భౌతికవిజ్ఞానము

(ద్రవ్యవిజ్ఞానము - రసాయనికవిజ్ఞానము)

నాల్గవ ఫారము

[హయ్యరు సెకండరీ మల్టిపర్పసు స్కూళ్లకు]

1957 సిల్లబస్సు ననుసరించి

రచయితలు :

శ్రీ జి. వి. చిదంబరరావు, ఎ. ఏ., బి. ఇడి.,

శ్రీ పి. వి. నారాయణ, బి. ఎస్‌సి., బి. ఇడి.,

సీనియరు సైన్సు అసిస్టెంట్లు,

మహారాజాస్ మల్టీపర్పసు హైస్కూలు, విజయనగరం.



ప్రకాశకులు :

వేంకట్రామ అండ్ కో.,

విజయవాడ - మద్రాసు - సికింద్రాబాదు

1958

 [వెల రు 2-00 న.పై.

ప్రథమ ముద్రణము
2,000 ప్రతులు
జూలై, 1958.



వేంకట్రామ్ ప
పవరు పేట :

FOREWORD

It has given me great pleasure to go through the manuscript Volumes of the Science Books written by Sri G. V. Chidambara Rao, Senior Science Assistant and Sri P. V. Narayana, Natural Science Assistant, M. R Multipurpose School, Vizianagaram and published by Messrs Venkatrama & Co., for use in the Higher Secondary and Multipurpose Schools in Andhra Pradesh. I have had the privilege of intimately knowing the authors for many years as efficient Teachers of Science. One of them, Sri G. V. Chidambara Rao has also experience in the B. Ed., Training Section of the M. R. College for over 6 years. As such, I am confident that these books written by them with all their ripe experience in teaching, will be quite useful to the pupils, of the Multipurpose and Higher Secondary Schools, for whom they are intended.

The Books are written according to the Syllabus published by the Department. The Language is simple and Scientific. The exposition is clear and precise. Heuristic method is adopted, wherever possible, while introducing the subject.

I am sure that the Standard aimed at in the Multipurpose and Higher Secondary Schools can certainly be achieved through these books.

I wish the publications success.

Vasantharao Venkata Rao
Principal,
Maharajah's College, Vizianagaram
2—8—'58

PREFACE.

We are living in an age of great Scientific advancements. Our daily life is being dominated by the applications of Science to a large extent. In the repatterning of our education system, Science occupies a specially significant place both because of its role in modern life and because of the contribution that it can make to the education of the human personality. In India to-day increasing use of Science and Technology is being made in the shaping of our natural life. The contents of Science are therefore to be enriched and it is to be linked up with the pulsating life of man and nature around.

To achieve a higher and a better standards of Science and Science Teaching, Science Syllabus is specially drafted for the Higher Secondary and Multipurpose Schools by the Department. In the light of that syllabus, Science is to be taught in such a way that it not only provides Scientific information and knowledge but cultivates something of a Scientific mind and builds gradually a Scientific climate of opinion.

The present books are written in accordance with the syllabus in Science published by the Department for the Higher Secondary and Multipurpose Schools, keeping in view the aims of Science Teaching mentioned above. The lessons are arranged on a modern unit plan, giving importance to Practical and utilitarian aspect of Science Teaching based on inductive lines and dealing it as a Science of the environment so as to enable the pupils to appreciate and adapt themselves to their environment both Physical and Natural.

Questions based on the subject matter are purposefully not given at the end of each Chapter because we personally feel that the pupils simply try to prepare answers to those questions without developing the spirit of the Scientific learning.

Regarding Scientific terminology all familiar terms are retained with their English equivalents in brackets. Technical and international terms are mostly transliterated but not translated.

Suggestions for improvement, if any, are quite welcome.

—AUTHORS.

DRAFT SYLLABUS FOR HIGHER SECONDARY AND MULTIPURPOSE SCHOOL COURSE - PHYSICAL SCIENCE FOR FORM IV.

A. PHYSICS.

Course content :	Demonstration :	Experiment :
States of matter-Forms-General and Special properties -Length, Area, Volume, C.G.S., F. P. S, Units-Measuring apparatus - Pipette, Burette and Graduated Jar, Ounce Glass.	D. Measuring length, area and Volumes-Scales - Burette, Pipette, Ounce glass.	E. Measuring length of Straight and Curved lines. E. To find the volume of a solid by Burette and Graduated Jar.
Measurement of Time - Clocks	D. Clocks, Stop Watches.	
Measurement of mass - Common balance.	D. Common Balance.	E. Spring Balance Verification of Hook's Law.
Statics:-Simple ideas of force - Earth's force of gravity, Centre of gravity.	D. Models to demonstrate the principle of C. G.	
Hydrostatics :-Simple ideas of pressure - Liquid pressure - Upward, Downward and Sidewards - Specific gravity and Density-Density Bottle - Principle of Archemedes-Floatation (Mere Elementary treatment)	D. Upward, Downward pressure Apparatus-Sideward pressure Apparatus.	E. Density of a liquid, using Density bottle
Pressure of Air - Atmospheric pressure.	D. Magdeburg Hemispheres.	

Questions based on the subject matter are purposefully not given at the end of each Chapter because we personally feel that the pupils simply try to prepare answers to those questions without developing the spirit of the Scientific learning.

Regarding Scientific terminology all familiar terms are retained with their English equivalents in brackets. Technical and international terms are mostly transliterated but not translated.

Suggestions for improvement, if any, are quite welcome.

—AUTHORS.

Heat :-Expansion of Bodies due to Heat - Temperature - Different scales - Application of expansion of bodies-Change of State-Heat and change of State - Transmission of heat (Elementary explanation)		E Melting point of Wax-Determination.
Light :-Reflection - Laws of reflection - Reflection in a plane mirror - Uses of Concave and Convex mirrors.	D. Reflection in plane mirror.	E. To study reflection in a plane mirror.
Refraction :-Laws of refraction - Refraction through a Slab - through water.	D. Convex and Concave mirrors.	E. To trace the ray through a rectangular Slab
Uses of Concave and Convex lenses-Uses of Telescope and Microscope.	D. Convex and Concave Lenses.	
Magnetism and Electricity :-Magnets - Natural magnets and non-magnetic substances - Properties of Magnet-Primary Cells & Batteries-Daniel, Leclanche, Dry Cells, Bichromate cells-Magnetic effect of Electric Current (Statement only).	D. Cells. D. Telegraph Model Demonstration.	
Heating effects - Chemical effect - Electrolysis (Elementary Explanation).	D. Heaters. D. Electric Bell.	
Lighting effects - Filament - Lamps and Vapour lamps - Telephone.	D. Lamps.	

విషయసూచిక

భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రము

నాల్గవ ఫారము

---

1. కొలతలు (Measurements)

(1) ద్రవ్యము (Matter)

సూర్యుడు, చంద్రుడు, నక్షత్రములు, గాలి, నీరు, కఱ్ఱ, వెండి, బంగారము, ఇనుము, బొగ్గు, గంధకము, ఉప్పు, సురేకారము మొదలైనవి అనేకములు సృష్టిలో గలవు. ప్రయోగశాలలోను, క్లాసుగదిలోను కుర్చి, బెంచి, టేబిలు, ఫ్లాస్కు, బీకరు, రిటార్టుస్టాండు, తీగవల మొదలైన అనేక వస్తువులుండును. కుర్చీ, బెంచి, టేబిలు కఱ్ఱతో చేయబడి యుండును. ఫ్లాస్కు, బీకరు, గాజుతో చేయబడినవి. రిటార్టుస్టాండు, తీగవల ఇనుముతో చేయబడినవి. కఱ్ఱ, గాజు, ఇనుము, బంగారము ద్రవ్యము లనబడును. కుర్చీ, బెంచి, టేబిలు, ఫ్లాస్కు, బీకరు, రిటార్టుస్టాండు, తీగవల వస్తువులనబడును. కుర్చీ అనువస్తువు కఱ్ఱ అను ద్రవ్యముతో (Matter) చేయబడినది. బీకరు అనువస్తువు గాజుఅను ద్రవ్యముతో చేయబడినది. తీగవల అను వస్తువు ఇనుము అను ద్రవ్యముతో చేయబడినది. ఈ విధముగా సృష్టిలో వస్తువులు ఏదో ఒక ద్రవ్యముతో నిర్మింపబడి యుండును. కనుక వస్తువులన్నియు ద్రవ్యమయములని చెప్పవచ్చును. స్థలమును (space) ఆక్రమించుట ద్రవ్యముయొక్క ప్రధానలక్షణము.

‘ద్రవ్యము’ అనగా ‘స్థలమును ఆక్రమించునది’ అని నిర్వచింపవచ్చును. స్థలమును నాక్రమించుటేగాక ద్రవ్యమునకు బరువు (weight) కూడ గలదు. దానిపై ప్రయోగింపబడిన శక్తులను (Forces) నిరోధించు గుణముకూడ ద్రవ్యమునకు గలదు. రంగు, రుచి, వాసన, గట్టితనము, మెత్తదనము మొదలగు భౌతికలక్షణములను జ్ఞానేంద్రియములతో పోల్చుకొనగలిగి ద్రవ్యముయొక్క ఉనికిని తెలిసికొనగలుగు చున్నాము. లక్షణములలో భేదముల ననుసరించి వేరువేరు ద్రవ్యములున్నవి.

అనేక అణువులయొక్క కలయికవలన ద్రవ్యమేర్పడినదని చెప్పవచ్చును. ద్రవ్యములో అణువులకు అణువులకు అంతరంగ అవకాశమును (Intra molecular space), అంతరంగ ఆకర్షణ (Intra molecular attraction) ఉండును. ద్రవ్యముయొక్క లక్షణములను కలిగి స్వతంత్రముగా నిలువ గలిగిన చిన్న ద్రవ్యఖండమే అణువు (Molecule). అణువులు విచ్ఛిన్నమైనచో పరమాణువులు (Atoms) ఏర్పడును. రసాయనిక చర్యలో పాల్గొనునవి పరమాణువులే. పరమాణువునందొక న్యూక్లియస్ ఉండును. ఆ న్యూక్లియస్‌లో ధనావేశపు విద్యుచ్ఛక్తిఖండములగు ప్రోటాన్లు, మరియు విద్యుత్తటస్థ ఖండములగు న్యూట్రాన్లు ఉండును. న్యూక్లియస్ చుట్టూ కక్షలలో ఋణావేశపు విద్యుచ్ఛక్తిఖండములగు ఎలక్ట్రాన్లు పరిభ్రమించు చుండును. ఇట్లు పరిభ్రమించు ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య న్యూక్లియస్‌లోగల ప్రోటాన్ల సంఖ్యకు సరిసమానముగా నుండును. కనుక పరమాణువు విద్యుత్తటస్థము. న్యూక్లియస్

నందు గల ప్రోటాన్ల ననుసరించి చాలవరకు ద్రవ్యమునకు భారము కలుగుచున్నది. ప్రోటాన్లు, ఎలక్ట్రాన్లు వేరు వేరు నిష్పత్తులలో కలియుటవలన వేరువేరు పరమాణువు లేర్పడి యుండును. ఉదాహరణకు ఉదజని పరమాణువుయొక్క న్యూక్లియస్‌లో ఒక ప్రోటాను, దాని చుట్టూ కక్షలో పరిభ్రమించుచున్న ఒక ఎలక్ట్రాను ఉండునని విజ్ఞుల నిర్ణయము. వేరు వేరు పరమాణువులనుబట్టి వేరు వేరు మూలద్రవ్యములు (Elements) కలవు. సృష్టిలో 92 మూలద్రవ్యములేర్పడి యున్నవని విజ్ఞుల నిర్ణయము. ఉదజని, ఆమ్లజని, బంగారము, వెండి, ఇనుము, పాదరసము, బొగ్గు, గంధకము కొన్ని మూల ద్రవ్యములు. అందులో బంగారము, వెండి, ఇనుము, పాదరసము లోహపు మూల ద్రవ్యములు. ఉదజని, ఆమ్లజని, బొగ్గు, గంధకము, భాస్వరము లోహేతరపు మూల ద్రవ్యములు. ఒక మూలద్రవ్యము యొక్క పరమాణువులు మరియొక మూలద్రవ్యముయొక్క పరమాణువులతో ఏదో ఒక స్థిరనిష్పత్తిలో సంయోగము చెందుట వలన సంయోగ ద్రవ్యము (Compound matter) ఏర్పడును. రెండు ఉదజని పరమాణువులు, ఒక ఆమ్లజని పరమాణువుతో సంయోగము చెందుటవలన ఒక నీటిఅణువు (Water-Molecule) ఏర్పడును. కనుక నీరు సంయోగ ద్రవ్యము. నీటి యొక్క లక్షణములు ఉదజని, ఆమ్లజని యొక్క లక్షణ ములుగాక వేరుగానుండును. గాలియందు ఆమ్లజని, నత్రజని, నీటిఆవిరి మొదలైన అనేక ద్రవ్యములు మిశ్రితమైయుండును. కనుక గాలి మిశ్రద్రవ్యము. అందులో మిశ్రితమైయున్న ద్రవ్యముల లక్షణములు మార్పు చెందకుండా అట్లే నిలచి

యుండును. ఈ రీతిగా మూల, మిశ్రమ, సంయోగ ద్రవ్యము లున్నవి.

ఘన, ద్రవ, వాయుస్థితులు అను మూడు స్థితులలో ద్రవ్యముండును. మంచుగడ్డయందు ఘనస్థితిలోను, నీటి యందు ద్రవస్థితిలోను, నీటి ఆవిరియందు వాయుస్థితిలోను ద్రవ్య ముండును. పీడన, ఉష్ణతలను బట్టి ద్రవ్యముయొక్క స్థితి నిర్ణయమై, పీడన ఉష్ణతలు మారినచో ద్రవ్యముయొక్క స్థితికూడ మారవచ్చును. ఘనస్థితిలో నున్న మంచుగడ్డ ద్రవ్యమును వేడిచేసినచో నీరై ద్రవస్థితికి మారును. నీటిని మరగించినచో నీరు ఆవిరియై వాయుస్థితికి మారును. నీటి ఆవిరిని చల్లార్చినచో వాయుస్థితి మారి ద్రవస్థితి కలుగును. నీటిని బాగా చల్లబరచినచో ద్రవస్థితి మారి ఘనస్థితి కలిగి మంచుగడ్డ ఏర్పడును. గాలిని బంధించి, దానిపై హెచ్చు పీడనమును కలిగించినచో వాయుస్థితి మారి ద్రవస్థితి కలుగును.

ఘనస్థితి యందున్న ద్రవ్యమునందు అణువులు ఒక దానితోనొకటి అతిదగ్గరగా అంతరణుఆకర్షణశక్తివలన బంధిత ములై యుండును. ఘనస్థితియందున్న ద్రవ్యమునకు నిర్దిష్టమైన ఆకార పరిమాణము లుండును. దాని ఆకారపరిమాణములను బాహ్యశక్తుల వలన మార్చవచ్చునే గాని దానంతటది ఆకార పరిమాణములందు మార్పు చెందదు. బంగారపు ముక్కను కాల్చి, సాగగొట్టి దాని ఆకారపరిమాణములను మార్చవచ్చును. కాని దాని నొకచోట స్థిరముగా పడవేసి యుంచినచో దాని ఆకార పరిమాణములు మారక అట్లే యుండును.

ద్రవస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమునకు నిర్దిష్టమైన పరిమాణ ముండును గాని ఆకార ముండదు. ఏ పాత్రలో ఆ ద్రవ్య ముండునో ఆ పాత్రయొక్క ఆకారము నది పొందును. ద్రవ స్థితియందున్న ద్రవ్యము బాహ్యశక్తుల (External Forces) ప్రాబల్యము లేకుండగనే తా నుండు పాత్రననుసరించి ఆకారము నందు మార్పు చెందుచుండును. సీసాలో పోసిన నీటికి సీసా ఆకారము, గ్లాసులో పోసిన నీటికి గ్లాసు ఆకారము ఉండును. ద్రవస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమం దణువులు ఘనస్థితియం దున్నంత దగ్గరగా బంధితములై యుండవు. కనుక ద్రవస్థితిలో ద్రవ్యమునకు పారుదల గుణ ముండును.

వాయుస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమునకు నియమిత ఆకార పరిమాణము లుండవు. ఏ పాత్రలో తానుంచబడునో ఆ పాత్రయందలి స్థలమును పూర్తిగా ఆక్రమించుకొను వరకు వ్యాపించు చుండును. ద్రవస్థితియందున్న ద్రవ్యమున కిట్టి గుణము లేదు. ఎంత పరిమాణముగల ద్రవము ఒక పాత్రలో పోయబడునో అంతే పరిమాణము గల స్థలము ఆ పాత్రలో ఆ ద్రవముచే నాక్రమింపబడును; కాని అంతకు మించదు, తగ్గదు. వాయుస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమునకును, ద్రవస్థితిలో నున్న ద్రవ్యమునకును గల ముఖ్యమైన భేద మిదియే.

(2) కొలత ప్రమాణములు (Units of Measurement)

ఒక పంచె పొడవును సాధారణముగా మూరవేసి కొలచి ఎన్ని మూరలు పొడవున్నదో చెప్పుదుము. అనగా మూరపొడవును ప్రమాణముగా తీసికొనిపంచెయొక్క పొడవు,

మూరపొడవునకెన్ని రెట్లున్నదో నిర్ణయించి చెప్పెదము. కాని అందరి మూరలు పొడవులో సమానముగా నుండవు. మనిషికి మనిషికి మూరపొడవులో తేడాయుండును. కనుక ఒకే పంచె పొడవు కొలత, ఒకరి మూరతో ఒకలాగున వేరొకరి మూరతో వేరొకలాగున ఉండవచ్చును. కనుక మూరతో పొడవు కొలత ఖచ్చితమైన కొలతకాదనియు తెలియుచున్నది. కాబట్టి పొడవును కొలుచుటకు మూర పొడవు ప్రమాణముకాదు. అట్లే జాన, బెత్తెడు పొడవు కొలతకు ప్రమాణములు కానేరవు. అందుచే పొడవును ఖచ్చితముగా కొలుచుటకు సరియైనపొడవు ప్రమాణము అవసరమైనది. అట్లే వైశాల్యము, ఘనపరిమాణము, కాలము, వేగము, ద్రవ్యరాశి మొదలగు భౌతికరాసులన్నిటిని ఖచ్చితముగా కొలుచుటకు తగిన ప్రమాణము లవసరము.

ఒక భౌతికరాశిని కొలుచుట అనగా ఒక ప్రమాణ భౌతికరాశితో దానిని సరిపోల్చుట. అనగా ఆ భౌతికరాశి, ప్రమాణ భౌతికరాశికెన్ని రెట్లున్నదో తెలుసుకొనుట. ఒక భౌతిక రాశిని కొలుచుటకు ఏ ప్రమాణరాశిని ఉపయోగింతుమో అది దానికి ప్రమాణము (Unit) అగును. భౌతికరాశికిని దానిని కొలుచుట కుపయోగించు ప్రమాణమునకును గల నిష్పత్తి సంఖ్య పరిమాణము (Magnitude) అనబడును. కాలముయొక్క కొలతకు ప్రమాణము ఒక సెకండు. ఒక నిముషమనగా సెకండునకు 60 రెట్లు. ఇచ్చట నిముషము అను భౌతికరాశియొక్క పరిమాణమును తెలియు

జేయు సంఖ్య 60. దానినే నిముషమునకు 60 సెకెండ్లని సాధారణముగా చెప్పుదుము.

కొన్ని భౌతిక రాసులను సజాతీయ భౌతికరాసులతోనే కొలవవలెను. కాని కొన్ని భౌతికరాసులను సజాతీయ భౌతిక రాసులతోనేగాక వానికి సంబంధించిన విజాతీయ భౌతిక రాసులతోకూడ కొలుచుటకు వీలున్నది. ఒక బట్టపొడవును పొడవు ప్రమాణముతోనే కొలువగలముతప్ప మరి ఏ యితర ప్రమాణముతోను కొలువలేము. కాని ఆబట్టయొక్క వైశాల్యమును వైశాల్య ప్రమాణముతోనేగాక పొడవు ప్రమాణ ముతో గూడ తెలుసుకొనవచ్చును. అదేవిధముగా ఘనపరిమాణమును ఆయతన ప్రమాణముతోనేగాక దైర్ఘ్య ప్రమాణము (పొడవు)తో గూడ కనుగొనవచ్చును. సజాతీయ భౌతికరాసుల ప్రమాణములలోనే కొలువ వలసిన భౌతిక రాసులను ప్రధాన భౌతిక రాసులనియు, అట్టి ప్రమాణములను ప్రధాన ప్రమాణము (Fundamental units) లనియును అందురు. విజాతీయ భౌతికరాసుల ప్రమాణ ములతో గూడ కొలవగలిగిన భౌతికరాసులను వ్యుత్పన్న భౌతిక రాసులనియు, అట్టి ప్రమాణములను వ్యుత్పన్న ప్రమాణము (Derived units) లనియు అందురు. కాలము, దూరము, ద్రవ్యరాశి అను మూడు భౌతికరాసులు ప్రధాన భౌతిక రాసులు (Fundamental Quantities). ప్రధాన ప్రమాణమునకు ఉదాహరణము అడుగు (Foot). వ్యుత్పన్న ప్రమాణములకు ఉదాహరణములు చదరపుటడుగు (Square-foot), ఘనపుటడుగు (Cubic foot).

(3) కొలతపద్ధతులు (Systems of Measurement)

భౌతికరాసుల కొలతలకు (1) బ్రిటిష్ పద్ధతి (2) మెట్రిక్ పద్ధతి అను రెండు పద్ధతులు వాడుకలోనున్నవి. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో అడుగు, పౌను, సెకెండు క్రమముగా దూరము, ద్రవ్యరాశి, కాలము అను ప్రధానద్రవ్యరాసుల కొలతలకు ప్రమాణములు. అడుగు, పౌను, సెకెండు ఇంగ్లీషు భాషలో క్రమముగా (Foot - Pound - Second) అనబడును. కనుక బ్రిటిష్ పద్ధతిని (Foot Pound Second System) లేదా (F. P. S. System) అందురు. బ్రిటిష్ పద్ధతి ప్రకారము దైర్ఘ్యప్రమాణమును నిర్ణయించుటకు లండను నగరమందు బోర్డుఆఫ్‌ట్రేడ్ కార్యాలయములో 62°ఫారన్‌హీటు ఉష్ణోగ్రత వద్ద భద్రముగానుంచబడిన ఒక కంచుకడ్డీపై రెండు అడ్డు గుర్తులను పెట్టి, ఆ గుర్తుల మధ్యదూరము గజము అని చెప్పబడినది. ఆ గజములో మూడవవంతే అడుగు. హెచ్చు దూరముల కొలతకు మైళ్లు, తక్కువదూరములకొలతకు అంగుళ ములు ఉపయోగపడును. నిత్యవ్యవహారములో పొడవును కొలుచుటకు ఉపయోగపడు అడుగు బద్దలు, గజము బద్దలు, లండన్‌నగరమందు బోర్డుఆఫ్‌ట్రేడ్ కార్యాలయము నందుంచ బడిన గజము బద్దకు సరియైన ప్రతిరూపములే. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో ద్రవ్యరాశి కొలతకు ప్రమాణమైన పౌనుకూడ లండన్‌లో బోర్డుఆఫ్‌ట్రేడ్ కార్యాలయమునందు భద్రముగా నుంచబడిన ప్లాటినము ముద్దయొక్క ద్రవ్యరాశికి సమానము.

మెట్రిక్ పద్ధతిలో సెంటిమీటరు, గ్రాము, సెకెండు అనునవి క్రమముగా దూరము, ద్రవ్యరాశి, కాలముల

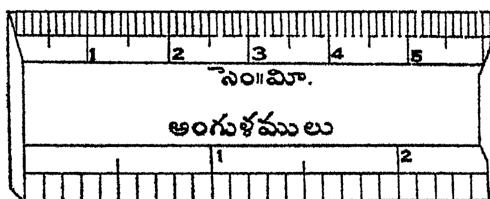
కొలతలకు ప్రధానపు ప్రమాణములు. కావున మెట్రిక్ పద్ధతిని సెంటిమీటరు – గ్రాము – సెకెండు పద్ధతి లేక C. G. S. పద్ధతి అని అందురు. మెట్రిక్ పద్ధతిలో దైర్ఘ్య ప్రమాణమును నిర్ణయించుటకుగాను ఫ్రాన్సు దేశమున "ఇంటర్ నేషనల్ బ్యూరో ఆఫ్ వెయిట్సు అండ్ మెజర్సు" వారి ఆఫీసులో ప్లాటినమ్ – ఇరిడియమ్ కడ్డీయొకటి భద్రముగా నుంచబడి దానిపై రెండు అడ్డగుర్తు లుంచబడినవి. మంచుగడ్డ కరిగెడి ఉష్ణోగ్రతలో ఆ రెండుగుర్తుల మధ్యదూరము ఒక మీటరు అని చెప్పబడినది. మీటరులో నూరవవంతు ఒక సెంటిమీటరు. ఆ సెంటిమీటరే మెట్రిక్ పద్ధతిలో దైర్ఘ్య ప్రమాణము.

పేరిస్ నగరమందు ప్రాచీనపత్రములుండు ఆఫీసులో ప్లాటినమ్ – ఇరిడియమ్ లోహమిశ్రమపు ముద్దయొకటి భద్రముగా నుంచబడి దాని ద్రవ్యరాశి ఒక కిలోగ్రాముగా నిర్ణయింపబడినది. కిలోగ్రాములో వెయ్యోవంతు ఒక గ్రాము. అట్టిగ్రాము మెట్రిక్ పద్ధతిలో ద్రవ్యరాశి కొలతకు ప్రమాణము.

బ్రిటిష్‌పద్ధతిలోను, మెట్రిక్ పద్ధతిలోనుకూడ కాలమునకు కొలత ప్రమాణము ఒక సెకెండు. మధ్యమాన సౌరదినములో 1/86400 వంతు ఒక సెకెండుగా తీసుకొనబడినది. మధ్యాహ్నమునుండి తిరిగి మధ్యాహ్నము వరకుగల కాలవ్యవధికి దినమని పేరు. ఒక సంవత్సరమందలి దినములయొక్క సరాసరి పరిమాణము మధ్యమాన సౌరదినము (Mean solar day) అనబడును.

(4) రేఖల పొడవులను కొలుచుట

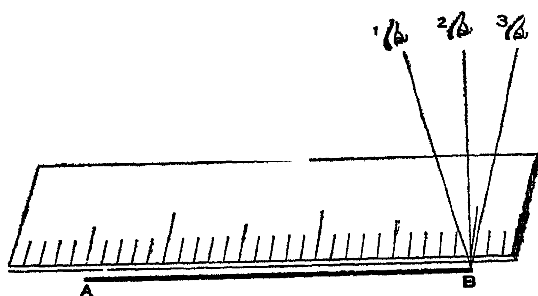
సరళరేఖపొడవు:—ఒక సరళరేఖ పొడవును కొలుచుటకు సాధారణముగా అడుగుబద్దనో, అరయడుగుబద్దనో ఉపయోగింతుము. ఆ కొలబద్దకు ఒక అంచున అంగుళములు, దశాంశ అంగుళములలోను, రెండవ అంచున సెంటిమీటర్లు, మిల్లిమీటర్లలోను పొడవుల విభాగములుండును. సాధారణముగా ఈ కొలబద్దకొనలు వాడుక వలన అరిగి పోవును. కనుక వీనితో కొలతలు తీయునప్పుడు శూన్యాంశపు గుర్తునుండి కాకుండా మొదటి అంగుళమునుండిగాని, మొదటి సెంటిమీటరు నుండి గాని కొలత ప్రారంభించవలెను. ఖచ్చితపు కొలత కిదియొక జాగ్రత్త.



1-వ పటము కొలబద్దలోని భాగములు.

A B అను సరళరేఖ పొడవును కొలవవలసినచో A అను బిందువుతో కొలబద్ద యొక్క 1 వ అంగుళము గుర్తో, 1 వ సెంటిమీటరు గుర్తో ఏకీభవించు నట్లును, కొలబద్ద అంచు సరళరేఖపై పెట్టి, B అను బిందువు కొలబద్దపై ఏగుర్తు

నకు ఎదురుగా నున్నదో చూడవలెను. B అను బిందువు 6·4 సెంటిమీటర్ల గుర్తుతో ఏకీభవించినచో 6·4 సెం. మీ. నుండి 1·0 సెం. మీ. తీసివేసినచో 5·4 సెం. మీ. వచ్చును. కనుక A B అను సరళరేఖ పొడవు 5·4 సెం. మీ. గా తీసుకొనవలెను. కొన్ని కొలబద్దలయందు గుర్తులు కొనలనుండి గాక కొనలకు కొంచెము దూరమునుండి ప్రారంభింపబడి యుండును. అట్టి వానితో కొలతలు తీయునపుడు '0' అం. గుర్తు లేదా '0' సెం. మీ. గుర్తుతో ప్రారంభించి కొలవ వచ్చును. సరళరేఖను కొలుచునప్పుడు రేఖ చివర బిందువున కెదురుగానుండు కొలబద్దమీాద గుర్తును పైనుండి నిట్టనిలువుగా కంటితో చూచి తెలుసుకొనవలెను; గాని ప్రక్కలనుండి చూడరాదు. ప్రక్కలనుండి చూచినచో



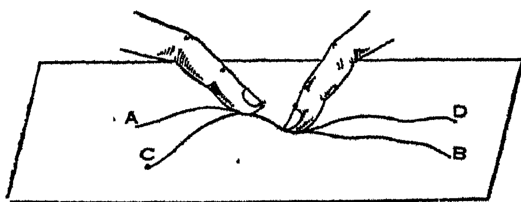
2–వ పటము పేరలాక్సు దోషమును నిరూపించుట

1, 3. పేరలాక్సుదోషము 2. పేరలాక్సుదోషమురాదు.

పేరలాక్సు దోషమువలన ఖచ్చితమైన కొలతరాదు. కనుక ఖచ్చితమైన కొలత కిది మరియొక జాగ్రత్త. కంటిని సరియైన

స్థానమునందుంచక పోవుటవలన కొలతయందు కలుగు దోషమునకు పేరలాక్సు దోషము (Parallax error) అని పేరు. 2-వ పటములో పేరలాక్సుదోషమెట్లు కలుగునో నిరూపింపబడినది.

వక్రరేఖపొడవు:—A B అను ఒక వక్రరేఖను తెల్ల కాగితముపై గీయుము. ఒక పొడవైన సన్నని దారమును తీసుకొని, దానియొక్క ఒకకొనకు సమీపమున 'C' అను సిరా గుర్తునుపెట్టి ఆ గుర్తుగల భాగమును వక్రరేఖ యొక్క ఒక కొన 'A'తో ఏకీభవించునట్లు చేయుము. తరువాతదారమును వక్రరేఖతో ఏకీభవించునట్లుచేయుచు వక్రరేఖ రెండవకొన 'B' వచ్చువరకును దారమును జరుపుము. అచ్చట ఆ దారముపై 'D' అను మరియొక సిరాగుర్తును పెట్టుము.



3-వ పటము వక్రరేఖ పొడుగును కొలుచుట

దారమును స్కేలుపైనుంచి రెండు సిరాగుర్తులమధ్య దూరమును కనుగొనుము. అది ఆ వక్రరేఖపొడవు అగును.

అంగుళమునకును, సెంటిమీటరునకును గల సంబంధము: పై ప్రయోగములలో సరళరేఖ పొడవును, వక్రరేఖ పొడవును అంగుళములలోను, సెంటిమీటర్లలోను కొలచి ఫలితములను క్రిందిపట్టికలో వ్రాయుము.

వరుస సంఖ్య	రేఖ పేరు	రేఖపొడవు		1 అం॥ నకు సెం॥ మీ॥	1 సెం॥మీ॥ నకు అంగుళములు
		అం॥ లలో	సెం॥మీ॥ లలో		
1	సరళరేఖ				
2	వక్రరేఖ				

పై పట్టికలో కొలతలువేసి ఫలితములను కనుగొన్నచో 1 అం॥ నకు 2·54 సెం॥మీ॥ 1 సెం॥మీ॥ నకు 0·394 అం॥ అనియు తెలియును.

మెట్రిక్ మానము.	బ్రిటిష్ మానము.
10 మిల్లిమీటర్లు = 1 సెం. మీటరు	12 అంగుళములు = 1 అడుగు
10 సెం. మీ = 1 డెసి ,,	3 అడుగులు = 1 గజము
10 డెసి మీ = 1 మీటరు	220 గజములు = 1 ఫర్లాంగు
10 మీటర్లు = 1 డెకామీటరు	8 ఫర్లాంగులు = 1 మైలు.
10 డెకా ,, = 1 హెక్టో మీ	
10 హెక్టో ,, = 1 కిలోమీటరు	

1 మీటరు = 39·370 అంగుళములు.

1 మైలు = 1·609 కిలోమీటర్లు.

మెట్రిక్ పద్ధతిలో లెక్కించుటవలన దశాంశవిధానము సులభమగును.

(5) వైశాల్యములను కొలుచుట.

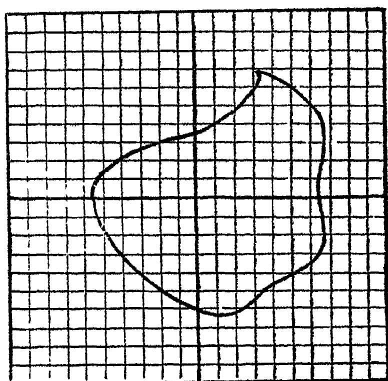
బ్రిటిష్ పద్ధతిలో చదరపు టడుగు, మెట్రిక్ పద్ధతిలో చదరపు సెంటిమీటరు వైశాల్యమును కొలుచుటకు ప్రమాణములు. ఒక అడుగు భుజము గల చదరముయొక్క వైశాల్యము ఒక చదరపు టడుగు. అట్లే 1 సెం. మీ. భుజముగల చదరముయొక్క వైశాల్యము 1 చదరపు సెంటిమీటరు. క్రమాకారపు తలముల వైశాల్యములను సూత్రముల నుపయోగించి కనుగొనవచ్చును.

1. త్రిభుజాకారతల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
   $\frac{1}{2}$ భూమి పొడవు కొలత × శీర్షక నుండి ఆ భూమికి గీసిన లంబము పొడవు కొలత.
2. దీర్ఘచతురస్రాకారతల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
   పొడవు కొలత × వెడల్పు కొలత.
3. సమాంతర చతుర్భుజతల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
   భూమి పొడవు కొలత × ఎదుటి భుజమునుండి ఆ భూమికి గీసిన లంబము పొడవు కొలత.
4. వృత్తాకారపుతల వైశాల్యము $= \pi r^2$ ($r =$ వ్యాసార్ధము కొలత, $\pi = \frac{22}{7}$)
5. స్థూపాకారవస్తువుల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
   $2\pi rl$ ($r =$ వ్యాసార్ధము కొలత, $l =$ ఎత్తు కొలత.)
6. శంఖు ఆకారపు వస్తువుల వైశాల్యమునకు సూత్రము =
   πrl ($r =$ వ్యాసార్ధము కొలత, $l =$ ఏటవాలు ఎత్తు కొలత.)
7. గోళాకారపు వస్తువుల వైశాల్యము $= 4\pi r^2$
   ($r =$ వ్యాసార్ధము కొలత, $\pi = \frac{22}{7}$)

అక్రమాకారపు సమతలముల వైశాల్యములను గ్రాఫ్ కాగితము నుపయోగించి కనుగొనవచ్చును. అక్రమాకారపు సమతల వస్తువును గ్రాఫ్ కాగితముపై నుంచి దాని ఆకారమును దానిచుట్టూ పెన్సిలుతో గుర్తించుము. తరువాత వస్తువును

తీసి గ్రాఫ్ కాగితముపై గీయబడిన దాని ఆకారములో చిన్న గళ్లను లెక్కింపుము. సగముగాని, సగముకంటె ఎక్కువగాని యున్నచో ఆగళ్ల భాగములను పూర్తి గళ్ళుగా లెక్కించి, సగముకంటె తక్కువగనున్న గళ్ళభాగములను లెక్కింపకుండా విడిచిపెట్టవలెను. ఆ ఆకారమునందు లెక్కింపబడిన మొత్తము గళ్ళసంఖ్యను నూరుచే భాగించినచో వచ్చిన సంఖ్య ఆ అక్రమాకారపు సమతల వైశాల్యమును చదరపు పరిమాణములో తెలుపును.

క్రమాకారపు సమతల వైశాల్యములను, అక్రమాకారపు సమతల వైశాల్యములను కనుగొనుటకు వేరొకపద్ధతి కూడ గలదు. ఏ ఆకారముయొక్క వైశాల్యమును కనుగొన



4-వ పటము
అక్రమక్షేత్రముయొక్క వైశాల్యమును కనుగొనుట.

వలెనో దాని ప్రతిరూపమును సమాన మందముగల సీసపు రేకుమీద గీసి దాని నతిజాగ్రత్తగా కత్తిరించి తూచవలెను.

దాని బరువు W_1 గ్రా. అనుకొనుము. ఆ రేకునుండి ప్రమాణ వైశాల్యముగల ముక్కను కత్తిరించి తూచవలెను. దాని బరువు W_2 గ్రా. అనుకొనుము. మొదటగీసిన ఆకారపు వైల్యము $\frac{W_1}{W_2}$ ప్రమాణములు.

(6) ఘనపరిమాణములను కొలుచుట

ఒకవస్తువుచే ఆక్రమింపబడిన ఘ్రా త్రిస్థలము లేక ప్రదేశము ఆ వస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణము లేక ఆయతనము అనబడును. బ్రిటిష్ పద్ధతిలో ఘనపరిమాణమును కొలుచుటకు ప్రమాణము ఒక ఘనపుటడుగు. ఒక అడుగు భుజముగల ఘనముచే ఆక్రమింపబడిన ప్రదేశము ఒక ఘనపుటడుగు. ఆ విధముగనే ఒక సెంటిమీటరు భుజముగల ఘనముచే ఆక్రమింపబడిన ప్రదేశము ఒక ఘనపు సెంటిమీటరు. మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఘనపరిమాణములను కొలుచుటకు ప్రమాణము 1 ఘనపు సెంటిమీటరు.

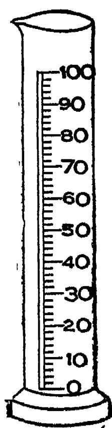
క్రమాకారపు వస్తువుల ఘనపరిమాణమును సూత్రముల నుపయోగించి కనుగొనవచ్చును.

1. ఘనముయొక్క ఘనపరిమాణము = పొడవుకొలత × పొడవుకొలత × పొడవుకొలత.
2. దీర్ఘఘనముయొక్క ,, = పొడవుకొలత × వెడల్పుకొలత × ఎత్తుకొలత
3. గోళముయొక్క ,, = $\frac{4}{3}\pi r^3$ (r = వ్యాసార్థముకొలత. $\pi = \frac{22}{7}$)
4. స్థూపకముయొక్క ,, = $\pi r^2 h$ (r = వ్యాసార్థముకొలత, h = ఎత్తుకొలత, $\pi = \frac{22}{7}$)

5. శంఖువుయొక్క ఘనపరిమాణము $= \frac{1}{3}\pi r^2 h$ (r = వ్యాసార్ధముకొలత
h = ఎత్తుకొలత
$\pi = \frac{22}{7}$)

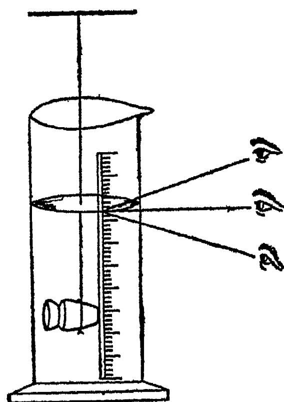
ఘనస్థితిలోనున్న అక్రమాకారపు వస్తువులయొక్కయు ద్రవపదార్థములయొక్కయు ఘనపరిమాణములను కొలతపాత్రలతో కనుగొనవచ్చును. ఛేదాంకిత కొలజాడి (graduated jar or Measuring cylinder), బ్యూరెట్టు, పిపెట్టు, ఔన్సు గ్లాసు అనునవి కొన్ని కొలతపాత్రలు.

1. ఛేదాంకితకొలజాడి (Graduated jar or Measuring cylinder) :—ఇది పొడవైన స్థూపాకారపు గాజుపాత్ర. దీని అడుగుభాగము సమమట్టముగా నుండును. కనుక బల్లపై పడిపోకుండా నిలువుగా నుండగలదు. దీనినుండి ద్రవమును మరియొక పాత్రలోనికి సులభముగా వంచి పోయుటకు వీలుగా దీని మూతికి ముక్కు ఉండును. సాధారణముగా కొలజాడీలు 100, 200, 250, 500, 1000 ఘన సెంటిమీటర్లు పరిమాణములలో తయారుచేయబడును. దీనిపై ఘన సెం. మీ. గుర్తులు క్రిందనుండి మీదకు హెచ్చునట్లు గుర్తించబడియుండును. ఎక్కువ ద్రవముయొక్కయు, రాళ్లు, గాజు బిరడావంటి అక్రమాకారపు ఘనపదార్థముల యొక్కయు, ఘనపరిమాణములను కనుగొనుటకు కొలజాడి ఉపయోగపడును.



5-వ పటము. ఛేదాంకిత కొలజాడి.

నీటిలోమునిగెడి గాజుబిరడావంటి వస్తువుయొక్క ఘన పరిమాణమును కొలజాడీతో కనుగొనుట :—



6–వ పటము
కొలజాడీతో ఒకవస్తువు ఘనపరిమాణమును కనుగొనుట

కొలజాడీలో కొంతవరకు నీరుపోసి గాలిబుడగలు లేకుండాచేసి మట్టమును గుర్తించుము. నీటిమట్టమును గుర్తించునప్పుడు నీటిమట్టపు అడుగు వక్రతలముతో క్షితిజసమానాంతరముగా కంటితోచూచి పేరలాక్సు దోషము రాకుండా రీడింగు తీయవలెను. గాజుబిరడాకు సన్నని దారమును కట్టి కొలజాడీయందలి నీటిలో గోడలకు తగలకుండా పూర్తిగా మునుగునట్లు దించవలెను. మరల నీటిమట్టమును తొలిరీతినిగుర్తించి రీడింగుతీయవలెను. రెండు రీడింగులకుగల భేదమును గాజుబిరడాయొక్క ఘనపరిమాణముగా తీసుకొనవలెను.

మొదటి నీటిమట్టపు రీడింగు $= V_1$ c. c.

రెండవనీటిమట్టపు రీడింగు $= V_2$ c. c.

గాజుబిరడాచే స్థానభ్రంశము కాబడిన నీటిఘనపరిమాణము $\} = (V_2-V_1)$ c. c.

గాజుబిరడాయొక్క ఘనపరిమాణము = గాజుబిరడాచే స్థానభ్రంశము కాబడిన నీటిఘనపరిమాణము $= (V_2-V_1)$ c. c.

నీటిలోతేలెడి బెండువంటి వస్తువుయొక్క ఘనపరిమాణమును కొలజాడీతో కనుగొనుట :— కొలజాడీలో కొంతవరకు నీరుపోసి, గాలిబుడగలులేకుండా చూచి, ఒక దారముకట్టబడిన లోహపుగుండు లేక స్థూపకమును కొలజాడీ గోడలకు తగలకుండా నీటిలో పూర్తిగా మునుగునట్లు దించి పేరలాక్సు దోషమురాకుండా నీటిమట్టమును గుర్తించి రీడింగు తీయవలెను. ఆ లోహపువస్తువును సింకరు అందురు. ఆ సింకరునకు బెండుముక్కను జంటచేసి దారముతోకట్టి నీటిలో పూర్తిగా మునుగునట్లు దించి అప్పుడు నీటిమట్టపు రీడింగును తీయవలెను.

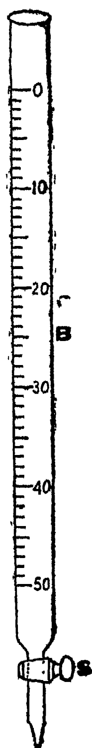
మొదటి రీడింగు (సింకరు మునిగినప్పుడు) = V_1 c. c.

రెండవ రీడింగు (సింకరు+బెండుముక్క మునిగినప్పుడు)=V_2c. c.

బెండుముక్క ఘనపరిమాణము = $(V_2 - V_1)$ c. c.

నీటిలో కరిగెడి మైలుతుత్తపుముక్క, పటికముక్క వంటి పదార్థముల ఘనపరిమాణములను పైవిధముగా కనుగొనుటకు కొలజాడీయందు నీటికి బదులు, ఆ వస్తువులు కరుగని కిరోసిన్ నూనెవంటి ద్రవములను ఉపయోగింపవలెను.

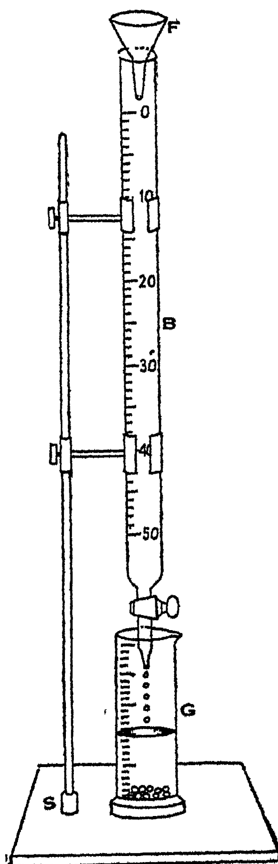
2. బ్యూరెట్టు:—ఇది పొడవైన సన్నని గాజుగొట్టము. అడుగున మార్గనిరోధిని (Stop cock) నోజిలుతోకూడి యుండును.



7-వ పటము

B-బ్యూరెట్టు
S-మార్గనిరోధిని

దీని పై అంకెలు మీాదనుండి క్రిందికి '0' మొదలుకొని హెచ్చుచుగు ర్తింపబడి యుండును. సాధారణముగా 50c.c. లేక 100c.c. వరకు గుర్తింపబడిన బ్యూరెట్లుండును. కొలజాడీ కంటె బూరెట్టుతో ఎక్కువ ఖచ్చితమైన కొలతలు వచ్చును. మార్గనిరోధిని సహాయమున బ్యూరెట్టులో ద్రవమును చుక్కలు చుక్కలుగా (By drops) విడచుటకు వీలున్నది. బ్యూరెట్టును స్టాండునకు నిట్టనిలువుగా బిగించవలెను. గాజుగల్లా సహాయమున బ్యూరెట్టులో నీరుపోసి, మార్గ



8-వ పటము

బ్యూరెట్టుతో సీసపురవ్వల ఘనపరిమాణము కనుగొనుట.
S-స్టాండు; B-బ్యూరెట్టు
G-కొలజాడి: F-గాజుగల్లా

నిరోధినిని విప్పి నోజిలునుకూడా నీటితోనింపి మార్గనిరోధి నిని కట్టవలెను. గాలిబుడగలు లేకుండా చేయవలెను. ఒక కొలజాడీని బ్యూరెట్టుక్రిందపెట్టి దానిలో కొన్ని సీసపురవ్వ లను వేయవలెను. బ్యూరెట్టులో నీటిమట్టమును అడుగు వక్రతలముతో సరిగా పేరలాక్సు దోషములేకుండా చూచి గుర్తించవలెను. మార్గనిరోధిని విప్పి కొలజాడీలోనికి నీటిని తగినంత విడచిపెట్టి మార్గనిరోధినిని కట్టవలెను. బ్యూరెట్టులో నీటిమట్టమును మరల తొలిరీతినే గుర్తించవలెను. రెండు రీడింగులకుగల తేడానుబట్టి బ్యూరెట్టునుండి విడచిపెట్టబడిన నీటి ఘనపరిమాణము తెలియును. కొలజాడీలో నీటిమట్ట మును పేరలాక్సు దోషము లేకుండా అడుగు వక్రతలముతో సరిగాచూచి గుర్తించవలెను. బ్యూరెట్టునుండి విడచిన నీటి ఘనపరిమాణముకంటె కొలజాడీలో నీటిమట్టపు రీడింగు ఎక్కువఉండును. ఈ రెంటికిని గలతేడా సీసపురవ్వల ఘనపరి మాణమగును. దీనిని సీసపురవ్వల సంఖ్యచే భాగించినచో ఒక సీసపురవ్వయొక్క సరాసరి ఘనపరిమాణము వచ్చును.

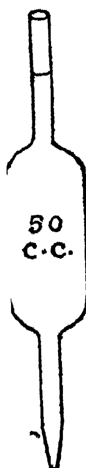
బ్యూరెట్టులో పట్టెడి చిన్నవస్తువుల ఘనపరిమాణమును కొలజాడీలేకుండా కనుగొనవచ్చును. బ్యూరెట్టులో నీటి మట్టమును సరిగా గుర్తించి రీడింగుతీయవలెను. చిన్నతీగ చుట్టను బ్యూరెట్టులో నీటిలోమునుగునట్లు జారవిడిచి గాలి బుడగలు లేకుండాచూచి, నీటిమట్టమును గుర్తించవలెను. ఈ రెండు రీడింగులకు గలతేడా ఆ తీగచుట్టయొక్క ఘనపరి మాణమగును.

బ్యూరెట్టులో మొదటినీటిమట్టపు రీడింగు = 10·8 C. C.
తీగచుట్టను నీటిలోనికి జారవిడిచినతరువాత రీడింగు = 8·4 C.C.
(రీడింగులు మీదనుండి క్రిందకు లెక్కించి గుర్తించుటచే రెండవ రీడింగు తగ్గును).

కనుక తీగచుట్టయొక్క ఘనపరిమాణము = 10·8–8·4 C. C.
= 2·4 C. C.

సీసపురవ్వల ఘనపరిమాణమును గూడ నీ విధముగా కనుగొనవచ్చును.

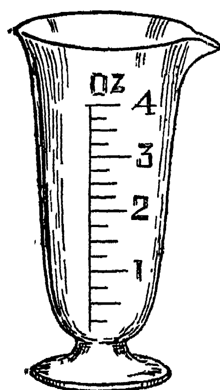
3. పిపెట్టు:—ఇది మధ్యభాగము ఉబ్బెత్తుగానుండి రెండువైపుల సన్నని నాళములుగల గాజు పరికరము. ఒక నాళము యొక్కకొన సన్నని రంధ్రముగా నుండును. రెండవనాళముపైని చుట్టూ ఒక గీతయుండును. ఈ గీతవరకు గల పిపెట్టులో ఘనపరిమాణము ఉబ్బెత్తుభాగముపై గుర్తింపబడియుండును. 2, 5, 10, 20, 25, 50 ఘన సెంటీమీటర్ల పరిమాణములు గల పిపెట్టులుండును. నియమిత ఘనపరిమాణము గల ద్రవమును పిపెట్టుతో సునిశ్చితముగా ఒకపాత్ర నుండి తీసి వేరొకపాత్రలో పోయవచ్చును. సన్నని రంధ్రముగల కొనను ఒకపాత్రయందలి ద్రవములో మునుగునట్లు పెట్టి రెండవకొనను నోటిలో పెట్టుకొని పీల్చి గీతకుపైగా ద్రవమును లాగవలెను. తరువాత బొటనవ్రేలితో ఆ కొననుమూసి విప్పుచు గీతతోసరిగా ద్రవమట్టముండునట్లు చూచి వేరొకపాత్రలోనికి విడువవలెను.



9–వ పటము
పిపెట్టు

పిపెట్టులోనికి ద్రవమును నోటితో పీల్చునప్పుడు నోటిలోనికి ద్రవము రాకుండా మధ్యను ఉబ్బెత్తు అనగా బల్బు ఏర్పాటు చేయబడి యుండును.

4. ఔన్సుగ్లాసు:—ఇదొక చిన్న కొలజాడీ. దీనితో ఒకటి మొదలు 10 ఔన్సుల వరకు ద్రవమును కొలుచుటకు వీలుండును. ఔన్సులో ఎనిమిదవవంతగు డ్రాము పరిమాణము గల ద్రవమునుకూడ దీనితో కొలిచి తీయవచ్చును. ద్రవస్థితి యందున్న మందులను కొలుచుటకు సాధారణముగా ఔన్సు గ్లాసును ఉపయోగింతురు.



10-వ పటము
ఔన్సుగ్లాసు

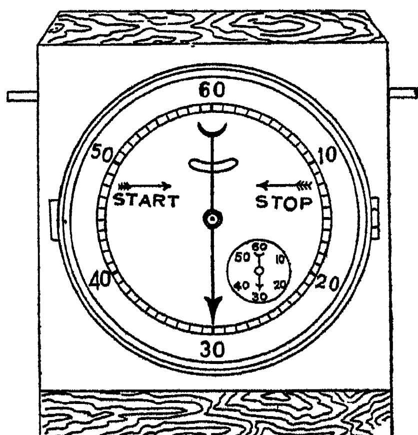
బ్రిటిషు ద్రవమానము

10 పౌనుల స్వచ్ఛమైన నీటిఘనపరిమాణము = 1 గాలను.

1 గాలను	=	8 పైంట్లు
1 పైంటు	=	20 ద్రవఔన్సులు
1 ద్రవఔన్సు	=	28·4 ఘనసెంటిమీటర్లు సుమారు.
1 ద్రవఔన్సు	=	8 ద్రవడ్రాములు
1 ద్రవడ్రాము	=	60 మినిములు(చుక్కలు)

(7) కాలమును కొలుచుట

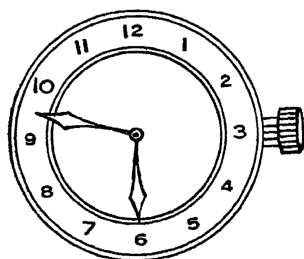
ప్రధాన భౌతికరాసులలో కాలమొకటి. దాని కొలతకు ప్రమాణము ఒక సెకెండు. చాలా ప్రాచీన కాలమందు సూర్యుడు, నక్షత్రములువంటి ఖగోళములను బట్టియే కాలపు పరిమాణమును తెలిసికొనెడివారు. తరువాత ఇసుక గళాసు (Sand glass), నీడ గడియారము, నీటిగడియారము మొదలైన సాధనములవలన కాలమును తెలుసుకొన గలుగుచుండిరి. విరివిగా విజ్ఞానము పెరుగుటవలన ఈనాడు గోడ గడియారములు, జేబువాచీలు, చేతివాచీలు వంటి సున్నితమైన సాధనములు కాలమును తెలిసికొనుటకు వాడుకలోనికి



11-వ పటము ఆపుగడియారము (Stop Clock

వచ్చినవి. ప్రయోగశాలలో కాలపు పరిమాణమును తెలిసికొనుటకు ఆపుగడియారములు (Stop clocks), ఆపువాచీలు (Stop watches) ఉపయోగపడును.

ఆపు గడియారములందును, ఆపు వాచీలయందును నిమిషములను, సెకండ్లను మాత్రమే తెలియజేయుటకు ముల్లు లుండును. అవి తిరుగకుండ ఆపుచేయుటకును మరల తిరుగునట్లు జేయుటకును ఏర్పాట్లుండును. ముల్లును తిరిగి '0' గుర్తు వద్ద ఉండునట్లు చేయుటకు గూడ ఏర్పాట్లుండును. వీటితో $\frac{1}{5}$ సెకెండు వరకు కాలమును కొలిచి తెలిసికొన వచ్చును.



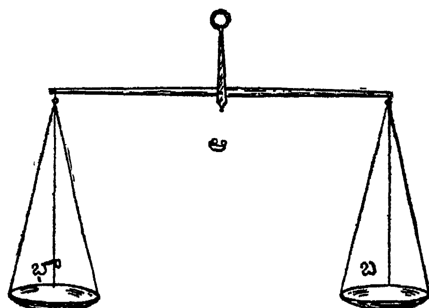
12-వ పటము
ఆపు వాచి (Stop Watch)

ఇవి పనిచేయుట మన యధీనములో నుండును గనుక ప్రయోగశాలలలోను, ఆటలపోటీలలోను సరియైన కాలమును ఖచ్చితముగా కొలిచి తెలిసికొనుట కుపయోగపడును. పేరలాక్సు దోషము రాకుండా రీడింగుతీసి వీటితో కాలమును ఖచ్చితముగా కొలువవలెను.

(8) ద్రవ్యరాశిని కొలుచుట

ద్రవ్యరాశిని కొలుచుటకు కొలప్రమాణము C. G. S. పద్ధతిలో ఒక గ్రాము. F. P. S. పద్ధతిలో ఒక పౌను. ప్రయోగశాలలో వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశిని కొలుచుటకు సాధారణముగా సున్నితపు త్రాసు, తీగత్రాసు ఉపయోగింపబడుచుండును. అంగడిలో వస్తువులను తూచుటకు తక్కెడ ఉపయోగింపబడును. దానియందు ఒక పొడవైన దండముండును. దండమునకు మధ్య నొక దారము కట్టబడి

యుండును. ఆ మధ్యబిందువును దండముయొక్క ఆధారము (Fulcrum) అందురు. దండముయొక్క రెండుకొనల నుండి రెండు పళ్ళెములు వ్రేలాడుచుండును. దండముయొక్క ఆధారమునుండి పళ్ళెము వ్రేలాడుచుండు బిందువువరకు



13-వ పటము

సామాన్యపు త్రాసు (Common Balance)

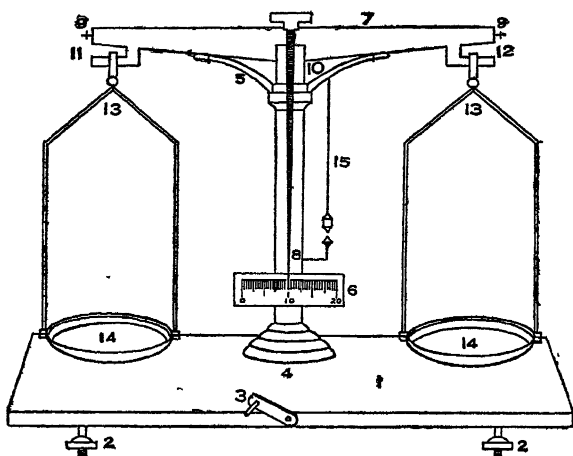
ఆ - ఆధారము, భా - భారము, బ - బలము

గల భాగమును త్రాసుయొక్క భుజము అందురు. కనుక త్రాసునకు రెండు భుజములుండును. ఆ రెండు భుజములు పొడవులలోను, బరువులోను సమానముగా నుండవలెను. తక్కెడతో తూచునప్పుడు ఎడమ పళ్ళెములో తూనిక రాళ్ళను వేసి, దండము క్షితిజ సమాంతరముగా నుండువరకు కుడి పళ్ళెములో వస్తువును వేయుచుందురు. దండము క్షితిజ సమాంతరముగా నున్నప్పుడు ఎడమ పళ్ళెములో వేసిన తూనికరాళ్ళ బరువునకు వస్తువు బరువు సరితూగును. అంగడిలో ఉపయోగపడు తక్కెడ సామాన్యపు త్రాసు (Common Balance) రకమునకు చెందినది.

తక్కెడలో స్వల్పభేదములుండును. సామాన్యపు త్రాసులో స్వల్పభేదములు లేకుండా ఏర్పాటు చేయబడియుండును. దీని యందు ఒక ఇనుపదండముండును. దండము మధ్య ఒక కత్తి మొన (Knife edge) అతికియుండును. కత్తిమొనకు సరిగా మీదకుండునట్లు ఒక ముల్లు దండమున కమర్చబడియుండును. కత్తిమొన కొనలు రెండు ఇనుపరేకులందుగల గుండ్రని రంధ్రములలో ఆనియుండును. ఇనుపరేకులపై కొనలు అతుకబడియుండును. దానికొక కొక్కెముండును. అతుకబడిన భాగమున కడుగున ఒక చిన్నముల్లుండును. అదంతయు స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడుటకు వీలుగా నుండును. కత్తిమొన కిరుప్రక్కల సమానదూరములో దండముయొక్క కొనలకు కొక్కెములుండును. ఆ కొక్కెములనుండి సమానబరువుగల పళ్లెములు వ్రేలాడుచుండును. కత్తిమొన కిరుప్రక్కల గల త్రాసుయొక్క భుజములు బరువులోను, పొడవులోను సమానముగా నుండును. త్రాసు స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడుచున్నప్పుడు దండమున కమర్చబడిన ముల్లును, ఇనుపరేకుల కతుకబడిన ముల్లును ఒకదానికొకటి సూటిగా నుండును. వస్తువులను తూచునప్పుడు దండమున కమర్చబడిన ముల్లు ఎక్కువబరువు గల వైపునకు వంగును.

సున్నితపు త్రాసు :—ప్రయోగశాలలో చిన్నవస్తువులను గూడ ఖచ్చితముగా తూచుటకు సున్నితపుత్రాసు ఉపయోగపడును. బరువునందు అతి స్వల్పభేదములుగూడ తెలియుటకు సున్నితపుత్రాసులో ఏర్పాట్లుండును.

సున్నితపుత్రాసులో భాగములు పటములో చూపబడినవి.

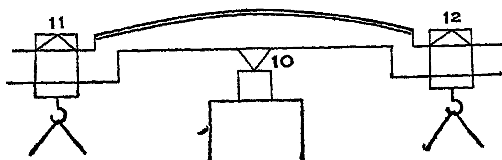


14-వ పటము సున్నితపుత్రాసు - అందలి భాగములు.

(1) ఆధారపీట (Platform) (2) మట్టకీళ్లు (Levelling Screws) (3) చేతిపిడి (Handle) (4) స్తంభము (Pillar) (5) స్తంభములో ఊత (Support) (6) దంతపుస్కేలు (Ivory Scale) (7) దండము (Beam) (8) చూపుడుముల్లు (Pointer) (9) సవరణమరలు (Adjusting Screws) (10, 11, 12) మూడు కత్తిఅంచులు (Knife edges) (13) రికాబులు (Stirrups) (14) పళ్ళెములు (Scale pans) (15) లంబసూత్రము (Plumb line).

ఆధారపీటకుమధ్యను స్తంభము నిట్టనిలువుగా అమర్చబడియుండును. స్తంభములో ఊతయుండును. మధ్య కత్తి మొనపై ఆ ఊత ఆనియుండును. ఆకత్తియంచుతో దండము కలిసియుండును. దండమున కిరుప్రక్కల కత్తియంచులనుండి

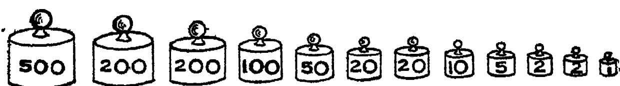
రికాబులు పళ్ళెములతో వ్రేలాడుచుండును. కత్తియంచులు ఎగేటుతోగాని, ఉక్కుతోగాని చేయబడియుండును. దండము యొక్క మధ్యభాగమునకు ఒక పొడవైన చూపుడుముల్లు అమర్చబడి స్తంభమునకు అడుగున అమర్చబడిన దంతపు స్కేలుపైని కుడి, ఎడమలకు తిరుగుటకు వీలుగానుండును. దండముకొనలకుగల సవరణమరలను సవరించి స్కేలు సరిహద్దులలో చూపుడుముల్లు తిరుగునట్లు చేయవచ్చును. ఆధారపీట అడుగునగల కీళ్ళనుసవరించి మట్టమును సారా మట్టముతోగాని, లంబసూత్రముతోగాని సరిచూడవచ్చును. చేతిపిడిని కుడివైపుత్రిప్పి స్తంభములోని ఊతను పైకిలేవనెత్త వచ్చును. అప్పుడు మధ్య కత్తియంచుపై దండముస్వేచ్ఛగా తిరుగుచు త్రాసు పనిచేయుటకు వీలుగానుండును. పిడిని ఎడమకు త్రిప్పినచో త్రాసు విరామస్థితికి వచ్చును. ఒక జారుడు గాజుతలుపుగల కఱ్ఱపెట్టెలో సున్నితపు త్రాసు అమర్చబడి యుండును. తలుపును మూసియుంచినచో చూపుడుముల్లు యొక్క కంపనములకు గాలితరంగముల సంపర్కముండదు.



15-వ పటము సున్నితపు త్రాసునందలి దండము
10, 11, 12 కత్తిమొనలు

బరువులపెట్టె (Weight Box) :—సున్నితపు త్రాసుతో వస్తువులను తూచుట కవసరమగు బరువులు ఒక పెట్టెయం

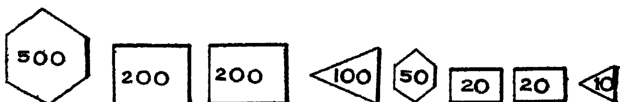
దమర్చబడి యుండును. బరువులను పట్టుకొని తీయుటకు స్రావణము (Forceps) కూడ పెట్టెలో ఉండును. వస్తువుల బరువులను శతాంశగ్రాము అనగా ఒక సెంటిగ్రామునకు ఖచ్చితముగా కనుగొనుటకు వీలుగా పెట్టెయందు బరువులుండును. అవి వరుసగా పూర్ణాభారములు (గ్రాములు).



16-వ పటము. బరువుల పెట్టెయందలి

ఖండభారములు (Fractional weights) మిల్లిగ్రాములు.

500 గ్రా;	200 గ్రా;	200 గ్రా;	100 గ్రా;
50 గ్రా;	20 గ్రా;	20 గ్రా;	10 గ్రా;
5 గ్రా;	2 గ్రా;	2 గ్రా;	1 గ్రా.



17-వ పటము మిల్లిగ్రాము కట్టెలు

1 గ్రాము = 1000 మిల్లిగ్రాములు

500 మి. గ్రా. = 0·5 గ్రా.	50 మి. గ్రా. = 0·05 గ్రా.
200 మి. గ్రా. = 0·2 గ్రా.	20 మి. గ్రా. = 0·02 గ్రా.
200 మి. గ్రా. = 0·2 గ్రా.	20 మి. గ్రా. = 0·02 గ్రా.
100 మి. గ్రా. = 0·1 గ్రా.	10 మి. గ్రా. = 0·01 గ్రా.

పనిచేయుటకు త్రాసును సిద్ధపరచుట :

త్రాసుయొక్క గాజుతలుపును ఎత్తి, పళ్లెములను మెత్తని కుంచతో తుడిచి శుభ్రముచేయవలెను. మట్టకీళ్లను సవరించి

వడంబము (Plumb line) స్తంభమునకు సమానాంతరముగా నుండునట్లు చేయవలెను. దానివలన ఆధారపీట సమమట్ట ముగా చేయబడును. చేతిపిడిని నెమ్మదిగా కుడివైపునకు త్రిప్పి చూపుడుముల్లు కదలనిచో నెమ్మదిగా ఒక పళ్లెముపై చేతితో గాలిని అదిమి చూపుడుముల్లు తిరుగునట్లు చేయ వలెను. సవరణ మరలను సవరించి, చూపుడుముల్లు స్కేలు హద్దులో మధ్యగీతకు అటునిటు సమానముగా కంపించునట్లు చేయవలెను. ఇట్టి సవరణలు చేయబడిన త్రాసు వస్తువులను తూచుటకు సిద్ధమైయుండును.

వస్తువులను తూచుటలో పాటింపవలసిన నియమములు

1. పైని చెప్పినరీతిగా సవరణలు చేయబడి తూచుటకు సిద్ధముగా నున్నదో లేదో చూచుకొని, అవసరమైనచో సవరణలు చేసి త్రాసును సిద్ధపరచవలెను.
2. ఒక త్రాసునకు నిర్ణీతమైన భారముకంటె ఎక్కువ భారముగల వస్తువులను దానితో తూచరాదు.
3. వస్తువులను ఎడమపళ్లెములోను, తూకపురాళ్లు లేక కట్టెలను కుడి పళ్లెములోను వేయవలెను.
4. చేతిపిడిని నెమ్మదిగా త్రిప్పవలెను.
5. బరువులను వేయునప్పుడుగాని, తీయునప్పుడుగాని చేతిపిడిని ఎడమవైపునకు త్రిప్పి దండమును విరామావస్థ (Rest) లో నుంచ వలెను.
6. కట్టెలను శ్రావణముతోతప్ప చేతితో పట్టుకొనరాదు.
7. వస్తువులను వేడిగా నున్నప్పుడు తూచరాదు. (శోషిణిపాత్రలో పెట్టి చల్లార్చినతరువాత తూచవలెను.)

8. రాసాయనిక పదార్థములను (Chemicals) తూచునప్పుడు వానిని తిన్నగా పళ్లెములో పడవేయక తగిన పాత్రలలో నుంచి తూచవలెను.

9. వస్తువు సుమారుబరువుకంటె ఎక్కువ బరువుగల కట్టెలతో ప్రారంభించి క్రమముగా తక్కువబరువుగల కట్టెలతో ప్రయత్నింపవలెను.

10. చూపుడుముల్లు లేక సూచిక ఊపులను గమనించునప్పుడు గాజు తలుపును మూసియుంచవలెను. లేనిచో గాలికి ఊపులలో మార్పుండును.

11. కట్టెలను పళ్లెమునుండి తీసినతరువాత కట్టెలపెట్టెలో వాని యథాస్థానమునందే అమర్చవలెను.

12. చూపుడుముల్లు స్కేలుహద్దులో, హెచ్చు కంపన పరిమితిలేకుండా ఊగుచున్నప్పుడే గాజుతలుపును మూసి వెనుదిరుగు స్థానములు లేక పరివర్తనస్థానములు (Turning points) గుర్తించవలెను.

శూన్యాంశ లేక ప్రారంభ విరామస్థానము
(Initial or zero resting point)

రెండు పళ్లెములలోను బరువులుగాని, వస్తువులుగాని లేకుండా పళ్లెములు శూన్యముగా నున్నప్పుడు కట్టబడిన విరామస్థానము ప్రారంభ లేక శూన్యాంశ విరామస్థాన మన బడును (I. R. P. or Z. R. P.). చేతిపిడిని కుడివైపునకు త్రిప్పినతోడనే సూచిక దంతపుస్కేలుపై నిటునటు తిరుగుట ప్రారంభించును. క్రమముగా దాని కంపనపరిమితి తగ్గి చివరకది స్కేలుపై ఒకభాగమువద్ద స్థిరపడును. స్కేలుపై ఏ భాగమువద్ద సూచిక నిలకడగానుండునో దానిని విరామ స్థానమందురు. పళ్ళెములు ఖాళీగానున్నప్పుడు సూచిక విరామస్థానమును ప్రారంభ లేక శూన్యాంశ విరామస్థాన

మందురు. సున్నితపు త్రాసులో సూచిక నిలకడచోటున స్థిరపడునప్పటికి చాల కాలమగును. కనుక అంతవరకు ఆగకుండా సూచిక వెనుదిరుగుస్థానములను (Turning points) గుర్తించి విరామస్థానమును కట్టవచ్చును. సూచిక దంతపు స్కేలుపై ఏ భాగము వద్ద ఎడమనుండి కుడివైపునకు తిరుగునో ఆ గుర్తుయొక్క సంఖ్య సూచికయొక్క ఎడమ వెనుదిరుగు స్థానము (Left turning point). అట్లే కుడి వెనుదిరుగు స్థానమునుకూడ గుర్తింపవచ్చును. విరామస్థానమునుకనుగొనుటకు 5 వరుసల వెనుదిరుగుస్థానములను గుర్తింపవలెను. వానిలో 3 ఎడమవైపువిగాను, 2 కుడివైపువిగాను ఉండవలెను. ఎడమవైపువాటికి సరాసరిని, కుడివైపువాటికి సరాసరినికట్టి, ఆ రెండింటికిని తిరిగి సరాసరిని కట్టినచో వచ్చినది విరామస్థానమగును.

1. స్కేలుపై మధ్యగీతను గుర్తించుట:— స్కేలుపై గీతలను ఎడమవైపునుండి కుడివైపునకు 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 చొ॥న వరుసగా లెక్కపెట్టి వేయవలెను. గీతలు 15 ఉన్నచో మధ్యగీత $\frac{15+1}{2} = 8$ అగును. గీతలసంఖ్య బేసిసంఖ్యఅగును. కనుక దాని కొకటి కలిపి రెండుచే భాగించినచో మధ్య గీత తెలియును. (గళ్ళను లెక్కపెట్టినచో గళ్ళసంఖ్య సరిసంఖ్య అగును. కనుక దానిని 2 చే భాగించినచో మధ్య గడి తెలియును. గీతలు 15 ఉన్నచో గళ్ళు 14 అగును. మధ్యగడి 7 అగును.)

2. ప్రారంభ విరామ స్థానము కట్టుట:—

ఉ॥ స్కేలుమీద గీతల సంఖ్య = 21

మధ్యగీత = $\frac{21+1}{2} = \frac{22}{2} = 11$

	ఎడమ	కుడి	విరామస్థానము
	2·5	19·5	
	3·0	19·0	3·0
	3·5		19·25
	3) 9·0	2) 38·5	2) 22·25
సరాసరి	3·0	19·25	11·12

ప్రారంభ విరామ స్థానము (I. R. P. or Z. R. P.) = 11·12 ప్రారంభ విరామ స్థానము మధ్యగీతకు 0·5 కంటె హెచ్చుగాని తక్కువగాని ఉండరాదు. అనగా మధ్యగీత 11 అయినప్పుడు ప్రా. వి. స్థా. 11·5 నకు 10·5 నకు నడుమ నుండవలెను.

3. హెచ్చుబరువు, తక్కువబరువు కనుగొనుట:— వస్తువును ఎడమపళ్ళెమున ఉంచి, కట్టెలను కుడిపళ్ళెములో వేయుచు 0·01 గ్రా (10 మి. గ్రా) తేడా ఉండునట్లు హెచ్చుబరువు, తక్కువబరువు అను రెండు బరువులను కనుగొనవలెను. చేతిపిడిని కుడివైపు త్రిప్పి దండమును ఎత్తినప్పుడు దంతపుస్కేలుపై సూచిక వస్తువున్న పళ్ళెమువైపు హెచ్చుగా కదలినచో ఎడమపళ్ళెములో వేసినబరువు హెచ్చైనదనియు, బరువులున్న పళ్ళెమువైపు సూచిక హెచ్చుగా కదలినచో పళ్ళెములో వేసిన బరువు తక్కువైనదనియు తెలుసుకొనవలెను.

ఉదాహరణము:—

హెచ్చుబరువు	తక్కువబరువు
20 గ్రా + 10 గ్రా = 30 గ్రా.	20 గ్రా + 5 గ్రా = 25 గ్రా
20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా + 2 గ్రా = 29 గ్రా.	20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా = 27 గ్రా
20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా + 1 గ్రా = 28 గ్రా.	
20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా +500 మి. గ్రా+200 మి. గ్రా = 27·7 గ్రా.	20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా + 500 మి. గ్రా = 27·5 గ్రా.
20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా + 500 మి. గ్రా + 100 మి గ్రా = 27·6 గ్రా.	20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా + 500 మి. గ్రా + 50 మి. గ్రా = 27·55 గ్రా.
20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా + 500 మి. గ్రా. + 50 మి. గ్రా + 20 మి. గ్రా = 27·57 గ్రా.	20 గ్రా + 5 గ్రా + 2 గ్రా + 500 మి. గ్రా + 50 మి. గ్రా + 10 మి. గ్రా = 27·56 గ్రా.

హె. బ = 27·57 గ్రా. త. బ = 27·56 గ్రా. తేడా = 0·01 గ్రా. (10 మి. గ్రా.)

4. హెచ్చుబరువు విరామస్థానము కట్టుట:— హెచ్చుబరువును కుడిపళ్లెములోను, వస్తువును ఎడమపళ్లెములోను ఉంచి ప్రారంభవిరామస్థానము కట్టినట్లుగానే హెచ్చుబరువు విరామస్థానమును కట్టవలెను.

ఉ॥ కుడిపళ్ళెములో హె. బ. = 27·57 గ్రా. తో

ఎడమ	కుడి	హె. బ. వి. స్థా.
3·0	16·5	3·5
3·5	16·0	16·25
4·0		
3) 10·5	2) 32·5	2) 19·75
3·5	16·25	9·87

హె. బ. వి. స్థా. 9·9

(ప్రా. వి. స్థా. కంటె హె. బ. వి. స్థా. తక్కువ యుండవలెను.)

5. తక్కువ బరువు విరామ స్థానమును కట్టుట :— తక్కువ బరువును కుడి పళ్లెములోను, వస్తువును ఎడమ పళ్లెములోను ఉంచి విరామ స్థానమును పై విధముగానే కట్టవలెను.

ఉ॥ కుడిపళ్ళెములో త. బ. = 27·56 గ్రా. తో

ఎడమ	కుడి	త. బ. వి. స్థా.
3·5	19·5	4·0
4·0	19·0	19·25
4·5		
3) 12·0	2) 38·5	2) 23·25
4·0	19·25	11·62

త. బ. వి స్థా. = 11·6

(త. బ. వి. స్థా., ప్రా. వి. స్థా. కంటె హెచ్చుగా నుండవలెను.)

N. B. :—ఈ విరామస్థానమును కట్టుటలో సూచిక కుడి ఎడమవైపులకు కదలిన చాలును. మధ్యగీతను దాటి పోనక్కరలేదు.

6. ఉపగతభారము (Approximate weight) కట్టుట : హె. బ. వి. స్థానము గాని, త. బ. వి. స్థానముగాని ప్రారంభ విరామ స్థానముతో సరిపోయినచో దానికి సంబంధించిన బరువును నిజభారముగా తీసుకొనవలెను. లేదా ఏ విరామ స్థానము ప్రారంభ విరామ స్థానమునకు దగ్గరగా నున్నదో చూచి దానికి సంబంధించిన బరువును ఉపగతభారముగా తీసుకొనవలెను.

ఉ॥ ప్రా. వి. స్థా.	= 11·1	త. బ. వి. స్థా.	= 11·6
హె. బ. వి. స్థా.	= 9·9	ప్రా. వి. స్థా.	= 11·1
తేడా	= 1·2	తేడా	= 0·5

ప్రా.వి. స్థానమునకు, హె.బ.వి. స్థానమునకు ఉన్న తేడా కంటె త. బ. వి. స్థానమునకు ప్రారంభ విరామ స్థానమునకు ఉన్న తేడా తక్కువ. కనుక త. బ. వి. స్థానమున ప్రారంభ విరామ స్థానమున హెచ్చు బరువు విరామ స్థానము కంటె దగ్గర. అందుచే తక్కువ బరువు అనగా 27.56 గ్రా. ఉపగత భారముగా తీసుకొనవలెను.

7. మూడవదశాంశస్థానమునకు ఖచ్చితపు భారమును కట్టుట :—

త. బ. వి. స్థా.	= 11·6	త. బ. వి. స్థా.	= 11·6
హె. బ. వి. స్థా.	= 9·9	ప్రా. వి. స్థా.	= 11·1
తేడా	= 1·7	తేడా	= 0·5

హె. బ. = 27·57
త. బ. = 27·56 } తేడా = 0·01 గ్రా.

త. బ. వి. స్థానమునకు, హె. బ. వి. స్థానమునకు తేతా 1·7 అయినప్పుడు తక్కువబరువునకు కలుపవలసినది ·01 గ్రా. (10మి.గ్రా.)

ప్రా. వి. స్థా. నకు, త. బ. వి. స్థా. నకు తేడా 0·5 అయినప్పుడు

తక్కువబరువునకు కలుపవలసినది $= \frac{\cdot01\times\cdot5}{1\times.7} = \frac{\cdot05}{17} = \cdot003$ గ్రా.

మూడవదశాంశమునకు ఖచ్చితపుభారము $= 27\cdot56 + \cdot003 = 27\cdot563$ గ్రా

లేక

త. బ. వి. స్థా. =	11·6	ప్రా. వి. స్థా =	11·1
హె. బ. వి. స్థా. =	9·9	హె. బ. వి. స్థా. =	9·9
తేడా	1·7	తేడా	1·2

త. బ. వి. స్థానమునకు, హె. బ. వి. స్థా. నకు తేడా 1·7 అయినచో హెచ్చుబరువునుండి తీసివేయవలసినది $=$ ·01 గ్రా.

ప్రా. వి. స్థా. నకు, హె. బ. వి. స్థానమునకు తేడా 1·2 అయినచో

హెచ్చుబరువునుండి తీసివేయవలసినది$= \frac{\cdot01\times1\cdot2}{17} = \frac{\cdot12}{17}$

$= \cdot007$ గ్రా.

మూడవదశాంశమునకు ఖచ్చితపు భారము $= 27\cdot57 - \cdot007$

$= 27\cdot56$ గ్రా.

---

2. స్థితిస్థాపకత - హూక్ సూత్రము - స్ప్రింగు త్రాసు

(Elasticity - Hook's Law - Spring Balance)

స్థితిస్థాపకత:—ఒక ఉక్కుస్ప్రింగుయొక్క ఒకకొనను ఎడమచేతితో గట్టిగాపట్టుకొని రెండవకొనను కుడిచేతితో పట్టుకొని కొద్దిగాలాగుము. స్ప్రింగుసాగును. అనగా దాని పొడవు హెచ్చును. ఇట్లుసాగుటలో ఏదోఒకశక్తి నిరోధించు చున్నట్లుండును. కుడిచేతితో పట్టుకున్న స్ప్రింగుకొనను విడచి పెట్టినచో స్ప్రింగు యథాస్థితినిపొందును. ఒక రబ్బరు త్రాడు రెండుకొనలు పట్టుకొని లాగినప్పు డది సాగి పొడవు హెచ్చును. లాగుటమానినచో అది సంకోచించి తొలి పొడవును పొందును. రబ్బరుబంతిని చేతితో గట్టిగా నొక్కినచో లోపలిగాలి సంకోచించి రబ్బరుబంతి నొక్కు వడును. చేయిబలమును తీసి వేసినచో లోపలిగాలి తొలిపరి మాణమును పొంది బంతి యథార్థూపమునకు వచ్చును. రెండుకత్తిమొనలపై ఆనియున్న ఒక మీటరుబద్ద మధ్య నొకబరువును వ్రేలగట్టినచో ఆ బద్ద వంగును. బరువునుతీసివేసి నచో బద్ద యథాస్థితినిపొందును. ఈరీతిగా ఒక వస్తువు పరి మాణములోగాని, ఆకారములోగాని మార్పు కలుగజేయు టకు దానిపై కొంతశక్తిని ఉపయోగించవలెననియు, ఆశక్తిని తొలగించినచో వస్తువు యథాస్థితిని పొందుననియు, తనపై ప్రయోగింపబడిన శక్తిని వస్తువు నిరోధించుననియు తెలియు చున్నది.

ఇట్లు ఒకవస్తువు తన ఆకారమునందుగాని, పరిమాణమునందుగాని మార్పులను నిరోధించుచు, ఆమార్పులను కలిగించుటకు తనపై ప్రయోగింపబడినశక్తి తొలగగానే తాను యథాస్థితిని పొందెడి గుణమునకు స్థితిస్థాపకత (Elasticity) అని పేరు.

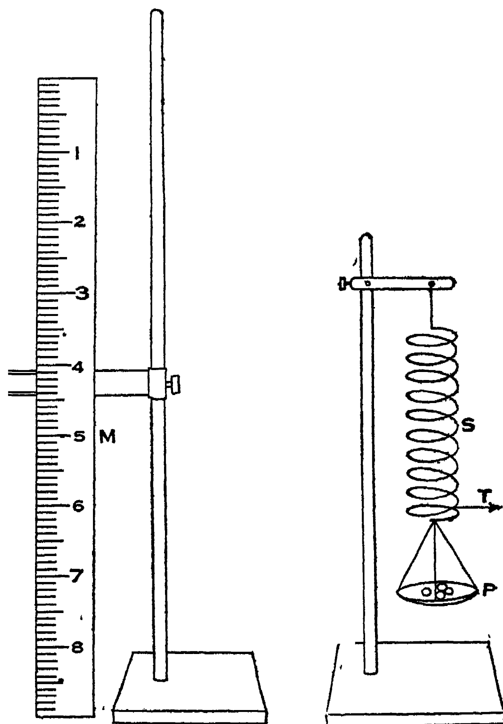
స్థితిస్థాపక పదార్థములు:- రబ్బరుత్రాడు, ఉక్కుస్ప్రింగు, గాలిమొదలైనవాటికి స్థితిస్థాపక ధర్మము కలదు. రేగడిమట్టి, లక్క, మైనము మున్నగువాటికి స్థితిస్థాపకధర్మము లేదని చెప్పవచ్చును. దంతము, గాజు, పాలరాయి (Marble) స్థితిస్థాపకత హెచ్చుగాగల పదార్థములు.

స్థితిస్థాపకహద్దు (Elastic Limit) :— స్థితిస్థాపకత గల వస్తువులపై నుపయోగించినశక్తిని తొలగించినచో ఆ వస్తువులు యథాస్థితిని పొందునని తెలిసికొంటిమి. ఉక్కుస్ప్రింగును రెండుకొనలు పట్టుకొని ఎక్కువశక్తితో లాగినచో అది బాగుగాసాగిపోవును. అప్పుడు లాగుటమానినను అది యథాస్థితిని పొందదు. స్ప్రింగులో శాశ్వతమైనమార్పు ఏర్పడును. కావున దానిపై ఉపయోగించినశక్తి కొంత హద్దును మీరుట వలన దాని ఆకారమునందు శాశ్వతమగు మార్పు ఏర్పడును. ఇట్టి స్థితియందు ఉక్కు స్ప్రింగుపై ప్రయోగించిన శక్తి స్థితిస్థాపకహద్దును (Elastic limit) మీరినదని చెప్పుదురు. అట్లే ఒక రబ్బరుత్రాటిని ఎక్కువ శక్తితో లాగినచో అది తెగిపోవును. అనగా స్థితిస్థాపకహద్దును మీరినశక్తి దానిపై ప్రయోగింపబడినదని తెలియును. స్థితిస్థాపకధర్మముపోకుండా

ఒక వస్తువుపై ప్రయోగింపగల గరిష్ఠశక్తి పరిమితిని ఆవస్తువుయొక్క 'స్థితిస్థాపకహద్దు' (Elastic limit) అందురు.

హుక్ సూత్రము

ప్రయోగము :—ఒక ఉక్కుస్ప్రింగుయొక్క ఒక కొనను స్థిరముగ ఒక స్టాండునకు బిగింపవలెను. రెండవకొనకు ఒక



18-వ పటము హుక్ సూత్రమును ఋజువుచేయుట

S - ఉక్కు స్ప్రింగ్ P - త్రాసుపళ్లెము M - స్కేలుబద్ద T - సూచికముల్లు.

త్రాసుపళ్లెమును అమర్చవలెను. ఉక్కు-స్ప్రింగునకు పటములో చూపినరీతిని ఒక సూచికను (Pointer) అమర్చవలెను. మరియొక స్టాండునకు నిట్టనిలువుగా ఒక స్కేలుబద్దను బిగించి అమర్చవలెను. స్కేలుబద్ద అంచున గుర్తింపబడిన సెంటి మీటర్ల గుర్తులపై సూచిక స్వేచ్ఛగా కదలునట్లు ఏర్పాటు చేయవలెను. పళ్ళెములో తూనికకట్టెలు వేసినప్పుడు స్కేలుపై సూచిక చూపుచున్న రీడింగును మొదట గుర్తింప వలెను. పళ్లెములో 10 గ్రాముల బరువునువేసి స్కేలుపై సూచికరీడింగును గుర్తింపవలెను. పళ్లెములో ఆ 10 గ్రాముల బరువును తీసివేసి రీడింగు చూడవలెను. తొలిరీడింగునే సూచిక చూపును. ఈ విధముగా 20 గ్రా, 30 గ్రా, 40 గ్రా, 50 గ్రా. క్రమముగా 10 గ్రా. చొప్పున హెచ్చించుచు ప్రయో గమునుచేసి బరువును పళ్లెమునుండి తీసివేయగానే సూచిక తొలిరీడింగును చూపుటను గమనింపవలెను. దీనివలన పళ్లెములో కట్టెలనువేయగానే స్ప్రింగు సాగుటయు, కట్టెలను తీసివేయగానే అది సంకోచించి యథాస్థితిని పొందుటయు జరుగునని తెలుసుకొనవలెను. స్ప్రింగు యొక్క ఇట్టి సాగుదలను ప్రసారము లేక దైర్ఘ్యీకరణము (Elongation) అందురు.

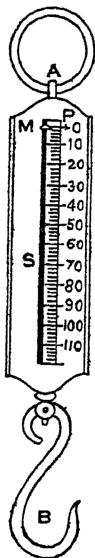
పళ్లెములో వేసిన కట్టెల మొత్తము బరువు కొంత హద్దును మీరగానే, ఆ బరువులను తీసివేసినను స్ప్రింగు యథాస్థితిని పొందకుండును. అనగా అది స్థితిస్థాపక ధర్మ మును పోగొట్టుకొన్నదని తెలియును. పళ్ళెములో వేసిన ఏ గరిష్ఠ పరిమితి భారమునకు స్ప్రింగు యథాస్థితిని పొంద

గలిగి యుండునో ఆ భారమును స్ప్రింగుయొక్క స్థితి స్థాపక హద్దుఅందురు. దానికేమాత్రముమించిన బరువును ప్రయోగించినను స్ప్రింగు యథాస్థితిని పొందలేకుండును. స్థితిస్థాపక హద్దు లోపల ప్రయోగింపబడిన భారములను, స్ప్రింగులో వాటి కనుగుణ్యమైన సాగుదలలను పట్టికలో క్రిందివిధముగా వేయవలెను.

వరుస సంఖ్య	పళ్ళెములో కట్టెల మొత్తము భారము	స్కేలుపై సూచిక రీడింగు	పళ్ళెములో భారమును తీసినప్పుడు సూచికరీడింగు	స్ప్రింగులో సాగుదల	సాగుదల / భారము
1	0 గ్రా.	3·5 సెం.మీ.	3·5 సెం.మీ.	—	—
2	10 గ్రా.	3·6 „ „	3·5 „ „	0.1 సెం.మీ.	$\frac{0.1}{10}=0{\cdot}01$
3	20 గ్రా.	3·7 „ „	3·5 „ „	0·2 „ „	$\frac{0.2}{20}=0{\cdot}01$
4	30 గ్రా.	3·8 „ „	3·5 „ „	0·3 „ „	$\frac{0.3}{30}=0{\cdot}01$
5	40 గ్రా.	3·9 „ „	3·5 „ „	0·4 „ „	$\frac{0.4}{40}=0{\cdot}01$
6	50 గ్రా.	4·0 „ „	3·5 „ „	0·5 „ „	$\frac{0.5}{50}=0{\cdot}01$

పై పట్టికను పరిశీలించినచో చివర కాలములో $\frac{\text{సాగుదల}}{\text{భారము}}$ స్థిరరాశి యని తెలియును. కనుక నేర్చుకొనవలసిన విషయ మేమనగా స్థితిస్థాపకహద్దులలో స్ప్రింగు సాగుదల లేక ప్రసారము దానిని కలుగజేసిన భారమునకు సమసంబంధ సామ్యములో నుండును. ఈ విషయము మొదట, హుక్ అను విజ్ఞునిచే కనిపెట్టబడుటవలన దానిని హుక్ సూత్రము అందురు.

స్ప్రింగుత్రాసు :—స్ప్రింగుత్రాసుయొక్క భాగములను దిగువ పటములో గమనింపవచ్చును. దీనిలో ముఖ్యమైన భాగము ఒక బలమైన ఉక్కుస్ప్రింగు 'S', ఆ ఉక్కుస్ప్రింగు ఒక లోహపుగొట్టము 'M' లో అమర్చబడి మీదనొక కొక్కెము 'A' నుండి వ్రేలాడుచుండును. ఉక్కుస్ప్రింగునకు అడుగున మరియొక కొక్కెము 'B' తూచవలసిన వస్తువులను తగిలించుటకు ఉండును. ఉక్కుస్ప్రింగునకు ఒకసూచిక 'P' అమర్చబడియుండును. ఆ సూచిక లోహపుగొట్టముపైని గొట్టము పొడవునను గల చీలికలో క్రిందకు, మీదకు స్వేచ్ఛగా కదలుటకు వీలుగానుండును. ఆ చీలిక అంచువెంబడి గొట్టముపైని గ్రాములలోగాని, పౌనులలోగాని స్కేలు 'O' తో ప్రారంభింపబడి మీదనుండి క్రిందకు గుర్తింపబడియుండును. హుక్‌సూత్రము ననుసరించి ఉక్కుస్ప్రింగులో కలిగిన ప్రసారమున కనుగుణమైన బరువులను సూచించునట్లుగా స్థితిస్థాపకహద్దులో స్కేలు నిర్ణీతమైయుండును.



19-వ పటము.
స్ప్రింగ్‌త్రాసు.

క్రిందికొక్కెమునకు ఏ బరువును తగిలించనప్పుడు సూచిక 'O' గుర్తును చూపును. అట్లు చూపనిచో శూన్యాంశదోషమును గుర్తించవలెను. ఒక్కొక్క స్ప్రింగుత్రాసు ఒక్కొక్క గరిష్ఠభారమితికే నిర్ణీతమైయుండును. నిర్ణీతమైన బరువునకు మించిన బరువును ఆ స్ప్రింగుత్రాసుతో కనుగొనలేము. తూచవలసిన వస్తువును అడుగుకొక్కెమునకు తగి

శించవలెను. ఆ వస్తువు బరువున కనుగుణముగా స్ప్రింగు సాగుటచే స్కేలుపై సూచిక క్రిందకు కదలును. స్కేలుపై సూచిక చూపు రీడింగు వస్తువుయొక్క బరువును తెలుపును. కొక్కెమునుండి వస్తువును తీసివేయగానే స్ప్రింగు స్థితిస్థాపకత వలన యథాస్థితిని పొంది సూచికమీదకు కదలి స్కేలుపై 'O' గుర్తును చూపును.

---

3. స్థితశాస్త్రము లేక నిశ్చలత్వశాస్త్రము

(Statics)

రోడ్డురోలరు దానంతటది కదలి దొర్లిపోదు. దానిని కదలించి దొర్లించుటకు మనుష్యప్రయత్నము కావలెను. త్రోవకడ్డముగా నున్నచో దానిని ప్రక్కకు దొర్లించుటకు మనము కొంతబలముపయోగించి ప్రయత్నించవలెను. ఒక ఆటవస్తువగు మోటారుకారును కీ త్రిప్పి దానిని నున్నని పాల గచ్చుపై విడచినచో అది కీ ఉన్నంతసేపు ఒకే దిశలో గమించుచు పోవును. దాని గమనదిశను మార్చవలెనన్నచో మనము కొంతబలముపయోగించి ప్రయత్నించవలెను. దాని వేగమును మార్చవలెనన్నను మనము కొంతబలముతో ప్రయత్నించవలెను. దానినాపుటకు గూడ బలముతో ప్రయత్నించవలెను. నిలకడస్థితిలోనున్న రోడ్డురోలరువంటి వస్తువును కదలించుటకుగాని, ఒక దిశలో సమానవేగముతో పోవుచున్న మోటారుకారువంటి వస్తువుయొక్క చలనస్థితిని మార్చుటకుగాని అవసరమైన బాహ్యకారణమును బలము (Force) అందురు. కనుక నిశ్చలతయందున్న వస్తువుయొక్క-

నిశ్చలస్థితి (State of rest) నైనను, ఋజుమార్గములో సమా వేగముతో చలించుచున్న (Uniform motion in a straight line) వస్తువుయొక్క చలనస్థితినైనను మార్చుదానినిగాని, మార్చ ప్రయతించుదానినిగాని బలము (Force) అని నిర్వ చింపవలెను.

బలములు అనేకరకములుగా నుండును. రోడ్డురోలరును మనిషిలాగుటలో నుపయోగపడునది కండరబలము (Muscular Force). గాజుగోళీని నేలపై దొర్లించినో కొంతదూరము దొర్లి ఆగిపోవును. దానికి కారణము గాజుగోళీకి నేల కలిగించిన ఘర్షణబలము లేక నిరోధకబలము (Frictional Force or Force due to resistance). అయస్కాంత బలము (Magnetic force)వలన ఇనుపముక్క అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడును. పైకి విసరబడిన రాయి భూమిపై బడుటకు కారణము భూమ్యాకర్షణబలము (Earth's force of attraction). సూర్యునిచుట్టూ భూమితిరుగుటకు కారణము విశ్వా కర్షణబలము (Universal force of attraction). భూమికిని, సూర్యునకును ఆకర్షణబలములు వాని ద్రవ్యరాసులవలన కలుగుచున్నవని మొదట 'న్యూటన్'అను విజ్ఞుడు కనిపెట్టెను. ద్రవ్యమువలన వస్తువులకున్న ఆకర్షణబలమును గురుత్వాకర్షణ బలము (Gravitational Force of attraction) అందురు. సృష్టిలో ద్రవ్యమును కలిగియున్న ప్రతివస్తువునకు గురుత్వా కర్షణ బలముండును.

ఫుట్‌బాలు ఆటలో పెనాల్టీ యిచ్చినప్పుడు బంతిని నిలకడస్థితిలో నుంచి గోలువైపునకు కాలితో తన్నుదురు. మెల్లగా తన్నినచో కొంతవేగముతో ఆ బంతి గోలుచేయు

దిశగా పోవును. గట్టిగా తన్నినచో ఆ దిశగానే ఎక్కువ వేగముతో పోవును. కనుక ఒక వస్తువుపై ప్రయోగింపబడిన బలమునకు ప్రయోగస్థానము (Point of Application); పరిమాణము (Magnitude), దిశ (Direction) కల వని తెలుసుకొనవలెను. పొడవు, కాలము, ద్రవ్యమువంటి భౌతిక రాసులకు పరిమాణము తప్ప దిశతో పనిలేదు. కాని బలము నకు పరిమాణమే కాక దిశకూడ గలదు. కనుక బలమును గూర్చి చెప్పినప్పుడు దాని ప్రయోగస్థానము, పరిమాణము, అది పనిచేయు దిశ పేర్కొనవలెను.

బ ల ఫ లి త ము

రోడ్డురోలరును ఒకే మనిషి లాగవచ్చును. లేదా ఇద్దరు కలసి లాగవచ్చును. రథమును అనేకమంది కలసి లాగుటను మనము చూచి యున్నాము. కనుక ఒక వస్తువుపై ఏకకాలములో ఒకే బలము కాని, అనేక బలములు కాని పనిచేయవచ్చును. ఆ బలములు ఒకే స్థానము (బిందువు) వద్ద వేరువేరు దిశలలో ఏకకాలమందు పనిచేయ వచ్చును. లేదా వేరువేరు బిందువులవద్ద ఒకే దిశలో పని చేయవచ్చును. కోలాటములో ఒక స్థానమునుండి వేరువేరు దిశలలోనికి త్రాళ్లు లాగబడి పిల్లల బలములు ఏకకాలమందు పనిచేయబడును. రథమును లాగుటలో వేరువేరు స్థానముల నుండి ఒకే దిశలో మనుష్యుల బలములు ఏకకాలమందు ఉపయోగపడును. టగ్ ఆఫ్ వారు పందెపు పోటీలో ఒక దిశలో కొందరు మనుష్యులు, దానికి వ్యతిరేక దిశలో మరి కొందరు మనుష్యులు త్రాటిని పట్టుకొని లాగుటను మనము

చూచియున్నాము. ఇచ్చట బలములు వ్యతిరేకదిశలో పని చేయును. ఏ బలముయొక్క పరిమాణము హెచ్చుగా నుండునో ఆ దిశలో బలఫలితము పనిచేయును. కనుక ఆ పందెపు పోటీలో ఎక్కువ బలవంతుల వైపునకు త్రాడు లాగబడి వారు గెలుపొందుదురు. ఒకేకాలములో రెండు బలములు ఒకే మార్గరేఖలో వ్యతిరేకదిశలందు పనిచేయుచున్నప్పుడు బలఫలితము వాటి భేదమునకు సమానమై హెచ్చు పరిమాణము గల బలదిశలో పనిచేయును.

ఒక మీటరు స్కేలుబద్దను దాని మధ్యబిందువువద్ద కొక్కెముతో స్ప్రింగుత్రాసుయొక్క కొక్కెమునకు తగిలించి ఆ స్ప్రింగుత్రాసును స్టాండునకు తగిలించి వ్రేలాడదీసి, మీటరుబద్ద స్థితిజసమాంతరముగా నుండునట్లు వేరువేరు బిందువులనుండి బరువులను వ్రేలాడదీసినచో ఆ బరువులన్నియు క్రిందకు సమాంతరముగా పనిచేయును. అవన్నియు కలసి ఒక సమాంతరబలముల వ్యూహము (System of parallel forces) అనబడును. స్ప్రింగుత్రాసులో రీడింగును చూచినచో ఆ భారము, క్రిందకు సమాంతరముగా పనిచేయుచున్న బలముల మొత్తమునకు సరిపోవును. ఒకవస్తువునందు పనిచేయుచున్న సమాంతరబలములన్నియు ఒకేదిశలో పనిచేయు చున్నప్పుడు వాటి బలఫలితము ఆ బలముల మొత్తమునకు సమానమగును.

భూమ్యాకర్షణబలము (Earth's force of attraction):- తన ద్రవ్యరాశివలన భూమికి కలిగిన గురుత్వాకర్షణబలమునే (Gravitational force of attraction) భూమ్యాకర్షణబల

మందురు. భూమినుండి పైకి విసరబడిన వస్తువులు కొంత దూరము మీదకుపోయి క్రిందపడి మరల భూమిని చేరును. భూమ్యాకర్షణబలమువలన ప్రతివస్తువు భూకేంద్రమువైపు లాగబడును. ఒక వస్తువుపై భూమికిగల ఆకర్షణబలము ఆ వస్తువుయొక్క ద్రవ్యరాశిని బట్టియు, భూకేంద్రమునుండి ఆ వస్తువునకుగల దూరమునుబట్టియు ఉండును. ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువులపై ఎక్కువ ఆకర్షణబలమును, తక్కువ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువులపై తక్కువ ఆకర్షణబలమును భూమికుండును. భూకేంద్రమునుండి వస్తు దూరము హెచ్చినకొలది దానిపై భూమ్యాకర్షణబలము తగ్గుచుండును. వస్తుదూరము తగ్గినకొలది భూమ్యాకర్షణబలము హెచ్చుచుండును. ఒక వస్తువుపై భూమికిగల ఆకర్షణబలమును ఆ వస్తువుయొక్క భారము (Weight) అనబడును. కనుక ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుయొక్క భారము తక్కువ ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుయొక్క భారముకంటె హెచ్చుగా నుండును.

భూమి పూర్ణగోళాకారములో లేదు. ధ్రువమధ్యరేఖ దిశగా నొక్కబడియును, భూమధ్యరేఖదిశలో ఉబ్బియును ఉన్నది. కనుక భూకేంద్రమునకు ధ్రువరేఖా ప్రాంతములు భూమధ్య రేఖాప్రాంతములకంటె దగ్గరగానుండును. అందుచే ఒకవస్తువు ధ్రువరేఖాప్రాంతమందు భూమధ్యరేఖా ప్రాంతమందుకంటె హెచ్చుభారమునుకలిగియుండును. భూకేంద్రము నుండి వస్తుదూరము మారినచో ఆవస్తువుయొక్క భారము మారునేగాని అందలి ద్రవ్యరాశి మారకుండ స్థిరముగానే యుండును. భూమిపైనుండి ఆకాశములో ఎత్తునకు పోవుచున్నకొలది భూకేంద్రమునుండి వస్తుదూరము హెచ్చు

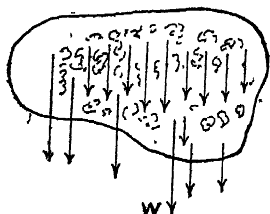
చుండుటవలన భూమ్యాకర్షణబలము తగ్గుచుండును. కావున భూతలముపై ఒకవస్తుభారముకంటె ఎత్తుగా ఆకాశములో నున్నప్పుడు ఆవస్తుభారముతగ్గి అది తేలికగునుకాని ద్రవ్యరాశి మారదు. ఒక వస్తువుయొక్క భారమును స్ప్రింగుత్రాసుతో కనుగొనవచ్చును. స్ప్రింగుత్రాసుతో ఒకవస్తువును లండన్‌లోను, వాల్తేరులోను తూచినచో లండన్‌లో దాని భారము వాల్తేరులోదాని భారముకంటె హెచ్చుగానుండును. కారణమేమనగా లండన్‌లో భూమ్యాకర్షణ బలము, వాల్తేరులోకంటె హెచ్చు.

---

4. గరిమనాభి లేక గురుత్వాకర్షణ కేంద్రము

(Centre of Gravity)

ఏ వస్తువైనను అనేక అణువుల యొక్క కలయికవలన ఏర్పడి యుండునని తెలిసికొని యున్నారు. వస్తువునందలి ప్రతి అణువు భూమ్యాకర్షణ శక్తివలన కొంత భారమును కలిగి యుండును. ఈ భారములన్నియును లంబ మార్గములో క్రిందకు పనిచేయును. కనుక ఇవియొక ఏకరీతి సమానాంతర బలముల వ్యూహమగును. ఈ సమానాంతర బలముల యొక్క బలఫలితము(Resultant force



20-వ పటము

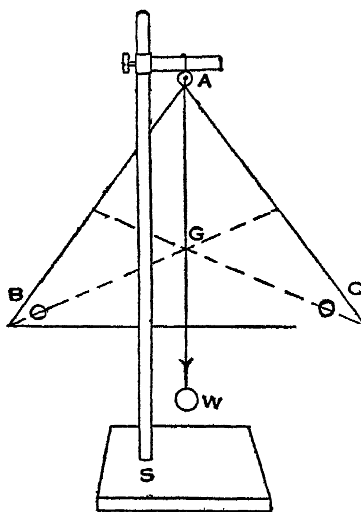
వస్తువులయందలి గరిమనాభి

వాటి మొత్తమునకు సమానమై వస్తువులో ఒక బిందువు వద్ద పనిచేయును. కనుక ఒక వస్తువులో వివిధాణువులయొక్క భూమ్యాకర్షణ బలముల ఫలితము ఆ వస్తువు యొక్క మొత్తము భారమునకు సమానమై ఏ స్థిరబిందువువద్ద పని చేయునో ఆ బిందువు ఆ వస్తువుయొక్క గరిమనాభిఅనబడును. వస్తువు యొక్క భారమంతయు దాని గరిమనాభివద్ద కేంద్రీకరింపబడినట్లు ఊహింపవచ్చును. ద్రవ్యరాశిలో మార్పులేనంత వరకు వస్తువులో గరిమనాభిస్థానము స్థిరముగానే యుండును. ఒక వస్తువునుండి కొంత ద్రవ్యరాశినితీసివేసినను, లేదా దానికి మఱికొంత ద్రవ్యరాశిని చేర్చినను ఆ వస్తువులో గరిమనాభి స్థానము మారును. ఒక స్కేలు బద్ద యొక్క మధ్య బిందువు వద్ద ఒకముల్లుపై స్కేలుబద్దను నిలబెట్టి అది పడిపోకుండా త్రిప్పవచ్చును. ఈ బొంగరము గడ స్తంభము చివర కొనపై తన బొడ్డును ఆనుకొని పడిపోకుండా గిరగిర తిరుగుటను చూచి యుందురు. బొడ్డువద్దనే గరిమనాభి స్థానముండును. కనుక గరిమనాభి స్థానముపై ఒక వస్తువును నిలకడ స్థితిలో నుంచవచ్చును.

ఒక అట్టముక్కయొక్క గరిమనాభిస్థానమును కనుగొనుట

ఒక వస్తువును స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీసినప్పుడు వ్రేలాడ దీసిన బిందువునుండి ఆ వస్తువుయొక్క భారము పనిచేయు చున్న మార్గములో గీయబడిన సరళరేఖలో దాని గరిమనాభి స్థాన ముండును. ఈ నియమము నుపయోగించి సమానమ్మందముగల అట్ట, రేకు మొదలైన వస్తువులయొక్క గరిమనాభి స్థానములను కనుగొనవచ్చును.

ప్రయోగము:—ప్రక్క-పటములో చూపబడినట్టి త్రిభుజాకారపు అట్టముక్కను A B C (సమాన మందముగలది) తీసుకొనవలెను. దానికి మూడుకొనలయందు A, B, C అను రంధ్రములను పొడువవలెను. ఒక స్టాండులో అమర్చబడిన బెండుముక్కకు ఒక గుండుసూదిని గ్రుచ్చి దానికొనకు అట్టను 'A' అను రంధ్రముగుండా స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీయవలెను.

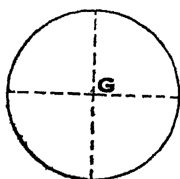


21-వ పటము. అట్టముక్క గరిమనాభి స్థానము కన్గొనుట.
S-స్టాండు; ABC-అట్టముక్క; G- గరిమనాభిస్థానము; W-వడంబము.

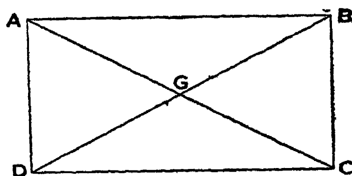
ఆ సూదినుండి ఒక వడంబమును, దారముతో అట్టమీాదుగా వ్రేలాడదీయవలెను. దారము A పై నున్నప్పుడు వడంబము వ్రేలాడుచున్న మార్గమును సూచించునట్లు ఒక సరళరేఖను అట్టమీాద గీయవలెను. అదేవిధముగా అట్టను 'B' అను

రంధ్రమువద్ద వ్రేలాడదీసి వడంబము వ్రేలాడుచున్న దారము యొక్క మార్గమును అట్టపై సరళరేఖను గీసి గుర్తించవలెను. ఆ రెండు రేఖలు ఖండించుకొను బిందువు 'G' అట్టయొక్క గరిమనాభిస్థానమగును. పై విధముగానే 'C' అను రంధ్రము నుండి అట్టను వ్రేలాడదీసి వడంబము పనిచేయు మార్గమును గుర్తించినచో ఆ సరళరేఖకూడ 'G' అను బిందువుగుండా అనగా అట్టయొక్క గరిమనాభిస్థానముగుండా పోవును. ఈ అట్టముక్కను దాని గరిమనాభిస్థానమగు 'G' అను బిందువుపై ఒక సూదిమొనమీద నిలబెట్టినచో అది పడిపోకుండా నిలకడగా నిలుచును.

సమానమందముగల ఎట్టి సమతలాకారపు వస్తువు యొక్క గరిమనాభినైనను పైని వివరించిన విధముగా ప్రయోగము చేసి కనుగొనవచ్చును. పై ప్రయోగములో ఉపయోగించిన అట్టనుండి ఒకముక్కను కత్తిరించి తీసివేసినప్పుడు మిగిలిన అట్టలో గరిమనాభిస్థానము ఎట్లుమారునో పై ప్రయోగమును చేసి తెలుసుకొనవచ్చును. సమానమందముగల వృత్తాకారపు అట్టయొక్క గరిమనాభి దాని కేంద్రమువద్ద



22-వ పటము.
వృత్తాకారపు అట్టముక్క
G-గరిమనాభి.



23-వ పటము.
దీర్ఘ చతురస్రాకారపు అట్టముక్క
G-గరిమనాభి.

నుండును. దీర్ఘ చతురస్రాకారపు అట్టయొక్క గరిమనాభి దాని కర్ణములు ఖండించుకొను బిందువువద్ద నుండును.

ఉంగరాకారపు అట్టముక్కయొక్క గరిమనాభి దాని కేంద్రమువద్ద నుండును. కనుక ఉంగరమువంటి వస్తువులో దాని గరిమనాభి, ద్రవ్యరాశియందుండక బయట ఉండును.

---

5. ద్రవస్థితశాస్త్రము (Hydro statics)

ద్రవపీడనము (Liquid Pressure)

పీడనము (Pressure) :—ఒక బియ్యపుబస్తాను తలపై మోసినప్పుడు దానిబరువు తలను నిట్టనిలువుగా క్రిందకు నొక్కును. అదేవిధముగా మనపైనున్న గాలి తన బరువుచే మనలను క్రిందకు నొక్కుచుండును. నీటిలోనున్న వస్తువుపై నున్న నీటిభారము ఆ వస్తువును నొక్కుచుండును. ఘన, ద్రవ, వాయుస్థితియందున్న ఏ వస్తువైనను ఒక ప్రమాణవైశాల్యము గల తలముపై లంబదిశలో కలిగియున్న బలమును, ఆతలముపై ఆ వస్తువుయొక్క పీడనము (Pressure) అందురు.

తలపైనున్న బియ్యపుబస్తా తలను క్రిందకే నొక్కును గాని మీదకు లాగదు. ఫుట్‌బాలు బ్లేడరులోనికి గాలిని కొట్టినచో ఆ బ్లేడరు అన్నివైపుల పొంగును. ఆ బ్లేడరునే నీటితో నింపినను అది అన్నివైపుల పొంగును. బ్లేడరులోగల ద్రవపదార్థముగాని, వాయుపదార్థముగాని ఆ బ్లేడరుయొక్క గోడలను అన్నివైపుల నొక్కుచుండుటచే ఆ బ్లేడరు పొంగును. ద్రవ, వాయుపదార్థములు అన్నివైపులకును పీడనమును

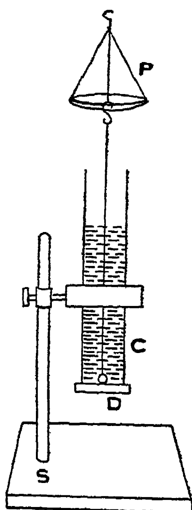
కలిగించును. ఘనపదార్థముమాత్రము ఒక్క క్రిందివైపునకే పీడనమును కలిగియుండును. ద్రవస్థితియందున్న ద్రవ్యమున కుండెడి పీడనమునకు ద్రవపీడనమని పేరు. మీదకు కలిగియున్న ద్రవపీడనమునకు ఊర్ధ్వపీడనమనియు, క్రిందకు కలిగియున్న ద్రవపీడనమునకు అధఃపీడనమనియు, ప్రక్కలకు కలిగియున్న ద్రవపీడనమునకు పార్శ్వపీడనమనియు అందురు.

అధఃపీడనము (Downward Pressure)

అరచేతిలో ఒక గాజుబీకరును ఉంచుకొనుము. తరువాత దానిలో కొంత నీరు లేదా ఏదైనా ఒక ద్రవమును పోయుము. బరువు హెచ్చినట్లుండును. పాత్రలో ఒక ద్రవమునందలి ప్రతి అణువు భూమ్యాకర్షణ బలమునకు లోబడుటవలన బరువును పొంది అడుగుననున్న అణువులను నొక్కును. కనుక నిశ్చలస్థితి యందున్న ద్రవములో ఒక బిందువు వద్ద అధఃపీడనము ఆ బిందువు చుట్టును గల ప్రమాణ వైశాల్యమును ముఖతల వైశాల్యముగను; ఆ బిందువునుండి, ద్రవోపరితలమునకుగల దూరమును లంబపు ఎత్తుగను కలిగియున్న ద్రవభారమునకు సమానము.

ద్రవములో ఒక బిందువువద్ద అధఃపీడనము ఆబిందువు నుండి ద్రవతలమునకు గల ఎత్తు లేక లోతునకు సమ సంబంధ సామ్యములో నుండును. ఈ విషయమును ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము :— రెండువైపుల తెరచి యున్న స్థూపాకారపు గాజుగొట్టము నొకదానిని పటములో

చూపిన రీతిని నిట్టనిలువుగా స్టాండునకు అమర్చవలెను. ఆ గొట్టముపైని ఒక కాగితపు స్కేలును, అడుగు అంచువద్ద '0' తో ప్రారంభమగునట్లు అంటించవలెను. గొట్టము యొక్క ముఖవైశాల్యము కంటె కొద్దిగా హెచ్చు వైశాల్యముగలిగి మధ్యనొక కొక్కెము గల గుండ్రని లోహపుబిళ్ళను తీసుకొని గొట్టమున కడుగు భాగమునందు ఆ లోహపు బిళ్ళను అమర్చి, దాని కొక్కెమునకు కట్టబడిన దారముతో త్రాసుయొక్క ఎడమ పళ్ళెపు కొక్కెమునుండి వ్రేలాడదీసి త్రాసుయొక్క కుడిపళ్ళెములో లోహపు బిళ్ళతో సరి తూగు తూనిక భారములను వేయవలెను. ద్రవమును చొరనీయకుండా గొట్టము యొక్క అడుగుభాగమునకు లోహపు బిళ్ళ అంటిపెట్టుకొనునట్లుగా గొట్టమును సర్ది అమర్చవలెను. కుడిపళ్ళెములో మరికొన్ని తూనికభారములను వేసి గాజుగొట్టమున కడుగున అంటియున్న లోహపుబిళ్ళ కొద్దిగా సందిచ్చునట్లు పిపెట్టుతో గాజుగొట్టములో నీరు పోయవలెను. నీటి స్తంభపు ఎత్తును కాగితపు స్కేలునుండి గుర్తించవలెను. కుడిపళ్ళెములో తూనిక



24-వ పటము

ద్రవములో ఒక బిందువు వద్ద అధఃపీడనము ఆబిందువు నుండి ద్రవతలమునకు గల ఎత్తు లేక లోతునకు సమ సంబంధ సామ్యములో నుండునని ఋజువుచేయుట.

S = స్టాండు,
D = లోహపుబిళ్ళ,
C = గాజుగొట్టము,
P = త్రాసు ఎడమపళ్లెము.

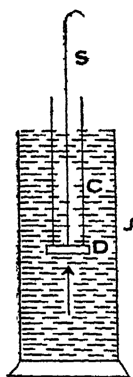
భారములను హెచ్చించుచు పై ప్రయోగమును 4 సారులుచేసి ఫలితములను క్రింది పట్టికలో వేయవలెను.

ప్రయోగము వరుససంఖ్య S. No.	కుడిపళ్ళెములో వేసినతూనిక భారముల మొత్తం W.	ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు h	తూనికభారముల మొత్తము / ద్రవస్థంభపుఎత్తు w/h
1			
2			
3			
4			

పట్టికలో ఫలితములను పరిశీలించినచో భారము హెచ్చుచున్న కొలది ద్రవ స్తంభపు ఎత్తుకూడ అదేరీతిని హెచ్చుచుండునని తెలియును. మరియు w/h స్థిరరాశి యగుటచే ద్రవమునందు ఒకబిందువువద్ద అధఃపీడనము ద్రవతలమునుండి ఆ బిందువు లోతునకు సమసంబంధ సామ్యములో నుండునని గ్రహించవలెను.

నిశ్చలస్థితియందున్న ద్రవములో నొక బిందువువద్ద ఊర్థ్వ, అధఃపీడనములు ఒకదానికొకటి సమానముగ నుండునని ఋజువుచేయుటకు ప్రయోగము:—రెండువైపుల తెరచియున్న స్థూపాకారపు గాజుగొట్టము నొకదానిని తీసుకొని, దాని ముఖవైశాల్యముకంటె కొద్దిగా హెచ్చు వైశాల్యముగలిగి మధ్యనొక కొక్కెముగల గుండ్రని లోహపు బిళ్ళను గొట్టముయొక్క అడుగుభాగమున కంటిపెట్టుకున్నట్లు

అమర్చి, కార్కుమునకు కట్టబడిన దారమును మీదకులాగి పట్టుకొని, ఆగొట్టమును ఒక పెద్ద గాజుజారులో నీటియందు దించి దారమును విడిచిపెట్టవలెను. దారమును విడచినను లోహపుబిళ్ళపడిపోకుండ గొట్టముయొక్క అడుగుభాగమునకంటిపెట్టుకొనియుండును. తరువాత గొట్టములో రంగునీరుపోయుచు జారులో నీటిమట్టమును, గొట్టము లో రంగునీటిమట్టమును గమనించు చుండవలెను. గొట్టములో రంగునీటిమట్టము, జారులో నీటిమట్టముతోసమానమైనప్పుడు లోహపుబిళ్ళ గొట్టమునువదలిపడిపోవును.



25-వ పటము

నిశ్చలస్థితి యందున్న ద్రవములోని ఒక బిందువువద్ద ఊర్ధ్వ అధః పీడనములు ఒకదానికొకటి సమానముగ నుండునని ఋజువు చేయుట

J - గాజుజాడి

C - స్థూపాకారపు-గాజుగొట్టము

D - లోహపు బిళ్ళ

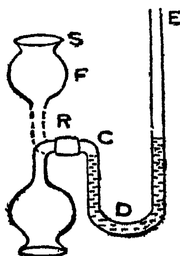
S - దారము

ఈ ప్రయోగమును బట్టి నేర్చుకొనవలసిన విషయము లేమనగా (1) గాజు గొట్టములో నీరులేనప్పుడు లోహపుబిళ్ళ జారిపడదు. గొట్టమున కంటిపెట్టుకొనియుండును. దానికి కారణ మేమనగా జారులో ద్రవము లోహపుబిళ్ళపై ఊర్ధ్వపీడనమును కలిగించి అది పడకుండ మీదకు త్రోయు చుండును.

(2) గాజుగొట్టములోని రంగునీటి మట్టము జారులోని నీటిమట్టముతో సమానమైనప్పుడు లోహపుబిళ్ళ పడిపోవును. దానికి కారణమేమనగా గొట్టములోనినీరు లోహపుబిళ్ళపై కలిగించిన అధఃపీడనమునకు, జారులోని నీరు లోహపు

బిళ్ళపై కలిగించిన ఊర్ధ్వపీడనమునకు సమానమగును. కనుక నిశ్చల స్థితిలోనున్న ద్రవములో ఒక బిందువు వద్ద ఊర్ధ్వ, అధఃపీడనములు సమానముగా నుండునని ఋజువగుచున్నది.

నిశ్చలస్థితియందున్న ద్రవములో ఒక బిందువువద్ద పీడనము అన్నివైపుల సమానముగా నుండునని ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము:— ఒక చిన్నకాడగల థిసిల్ గరాటును తీసుకొని, గాలి చొరుటకు వీలులేనంత బిగువుగా దాని మూతికొక పలుచని రబ్బరుపొరను కట్టవలెను. పటములో చూపినరీతిని ఆ థిసిల్ గరాటకాడను రబ్బరుగొట్టము ద్వారా C D E అను U–ఆకారముగల గొట్టముతో కలిపి అమర్చవలెను. థిసిల్ గరాట మూతికి కట్టిన రబ్బరుపై కలిగిన పీడనమును కొలుచుటకు U–గొట్టములో రంగునీరు కొంతవరకు పోయవలెను.



20–వ పటము

నిశ్చలస్థితి యందున్న ద్రవములో ఒక బిందువు వద్ద పీడనము అన్నివైపుల సమానముగా నుండునని ఋజువుచేయుట

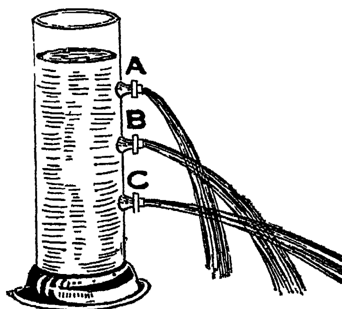
F – థిసిల్ గరాట
CDE – U గొట్టము
R – రబ్బరుగొట్టము
S – రబ్బరు పొర.

వెడల్పు మూతిగల పొడవైన ఒక పెద్ద గాజుజారు లోనికి ఒక గాజు కాడను దింపి స్టాండునకు క్లేంపుచేయవలెను. నీటిలో మునిగియున్న గాజు కాడయొక్క కొన బిందువువద్ద ద్రవ పీడనము అన్నివైపులను సమానముగా నుండునని ఋజువుకావలెను. U–గొట్టముయొక్క E అను కొన

నీటిపై నుండునట్లుగా థిసిల్ గరాటను, U – గొట్టమును గాజు జారులో నీటియందు మునుగునట్లు దింపవలెను. థిసిల్ గరాట మూతికి బిగింపబడియున్న రబ్బరుపై జారులో నీరు పీడనమును కలిగించుటచే U–గొట్టముయొక్క పొడవుగొట్ట మందు రంగునీటి మట్టము హెచ్చును. U–గొట్టములో రంగు నీటిమట్టముల తేడాను కొలిచి కనుగొనవలెను. థిసిల్ గరాట యొక్క మూతిని నీటిలో గాజుకాడ చివరబిందువు మట్టములో అధోముఖముగా పట్టుకొని, U–గొట్టమందలి రంగునీటిమట్ట ముల తేడాను గుర్తించవలెను. ఆ తేడా గరాటమూతికి కట్టిన రబ్బరుపొరపై జారులో నీరు కలిగించిన ఊర్ధ్వపీడనమును తెలుపును. నీటిలో గాజుకాడకొన బిందువుతో సమమట్టము లుగా నుండునట్లు గరాట మూతిని ఊర్ధ్వ, పార్శ్వాదిశలకు త్రిప్పి, U–గొట్టములో రంగునీటిమట్టముల తేడాను గమనింప వలెను. గరాటమూతి గాజుకాడకొన బిందువుతో సమమట్ట ముగా నున్నంతవరకు నీటిలో దానిని ఏదిశగా త్రిప్పినను U–గొట్టములో రంగునీటి మట్టముల తేడా ఒక్కరీతిగానే యుండును. కనుక నిశ్చలస్థితియందున్న జారులో నీటియందు గాజుకాడ చివరబిందువువద్ద నీటి పీడనము అన్నివైపులకు సమానముగా నుండునని విశదమగును.

నిశ్చలస్థితియందున్న ద్రవములో ద్రవపీడనము ఒకే లోతుననున్న బిందువువద్ద అన్నివైపులకు సమానముగా నున్నప్పటికి, లోతు హెచ్చినకొలది పీడనముకూడ హెచ్చును. లోతు తగ్గినకొలది పీడనముగూడ తగ్గును.

లోతు హెచ్చినకొలది, ద్రవములో పార్శ్వపీడనము కూడ హెచ్చునని చూపుటకు ప్రయోగము :— వేరువేరు లోతులలో A, B, C అను మూడు సమానరంధ్రములు గల పటములో చూపినట్టి పాత్రను తీసుకొని ఆ రంధ్రములను బిరడాలతో మూసి బిగించి పాత్రనిండా నీరుపోసి, మూడు రంధ్రములను ఏకకాలమున తెరువవలెను. ఎక్కువ లోతులోనున్న 'C' రంధ్రమునుండి వచ్చు నీటిధార పాత్రనుండి ఎక్కువ దూరములో పడును. అంతకంటె తక్కువదూరములో 'B' నుండి వచ్చు ధారయును, అంతకంటె తక్కువదూరములో 'A' నుండి వచ్చు ధారయును పడును. కనుక లోతుహెచ్చినకొలది ద్రవముల పార్శ్వపీడనము హెచ్చునని విశదమగును.



27-వ పటము

ద్రవములకు లోతు హెచ్చినకొలది పీడనము హెచ్చునని చూపుట.

A, B, C = సమానమైన రంధ్రములు.

6. సాంద్రత - విశిష్టగురుత్వము

(సాపేక్ష సాంద్రత)

(Density - Specific gravity (Relative Density)

అనేక అణువులకలయిక వలన ద్రవ్యమేర్పడినదని నేర్చుకొనియున్నారు. ప్రమాణఘనపరిమాణపు ద్రవ్యములో అణువుల దట్టింపువిషయమును తెలుపునది సాంద్రత. దూది కంటె ఇనుము బరువనుటలో అభిప్రాయము రెండింటియొక్క ఘనపరిమాణములు సమాన ప్రమాణములను కలిగియున్నప్పుడే దూదికంటె ఇనుము బరువుగానుండును. సమాన ఘనపరిమాణములు గల వేరు వేరు పదార్థముల బరువులు వేరు వేరుగా నుండును. కనుక ఒక పదార్థము మరియొక పదార్థముకంటె బరువో, తేలికో నిర్ణయించుటకు సమాన ఘనపరిమాణములు గల ఆ పదార్థముల ద్రవ్యరాసులను సరిపోల్చవలెను. ప్రమాణ ఘనపరిమాణముగల పదార్థమందలి ద్రవ్యరాశి (Mass per unit volume) ఆ పదార్థము యొక్క సాంద్రత (Density) అనబడును. కనుక,

$$\frac{\text{ఒక పదార్థపు ద్రవ్యరాశి}}{\text{ఆ పదార్థపు ఘనపరిమాణము}} = \text{పదార్థపు సాంద్రత.}$$

మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఒకపదార్థపు సాంద్రతను ఘనసెంటిమీటరునకు గ్రాములుగా తెలుపవలెను. నీటిసాంద్రత ఘనసెంటిమీటరునకు ఒక గ్రాము. బ్రిటిష్‌పద్ధతిలో ఒక పదార్థపు సాంద్రతను ఘనపుటడుగునకు పౌనులుగా తెలుపవలెను. బ్రిటిష్‌పద్ధతిలో నీటిసాంద్రత ఘనపుటడుగునకు 62·4 or

62·5 పౌనులు. కనుక పదార్థముల సాంద్రతలను తెలుపునప్పుడు ఘనపరిమాణము, ద్రవ్యరాసులయొక్క ప్రమాణములను ఒకే పద్ధతిలో సూచించుట అవసరము.

1 పౌను = 453·6 గ్రాములు.

1 ఘ. అడుగు నీటిబరువు = 62·4 or 62·5 పౌనులు.

ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటకు ఆ పదార్థముయొక్క ద్రవ్యరాశిని (భారమును) త్రాసుతో తూచి కనుగొనవలెను. దాని ఘనపరిమాణమును కొలజాడీ నుపయోగించి స్థానభ్రంశపు విధానమున కనుగొనవలెను. ద్రవ్యరాశి 'M' గ్రాములు, ఘనపరిమాణము 'V' ఘన సెంటిమీటర్లు అయినచో

ఆ పదార్థపు సాంద్రత $D = \frac{M}{V}$

$$\therefore M = V \times D$$

$$\text{or } V = \frac{M}{D}$$

పదార్థముల సాంద్రతలను కనుగొనుట

క్రమాకారపు పదార్థముల సాంద్రతను కనుగొనుటకు ఆ పదార్థపు ఘనపరిమాణమును సూత్రము నుపయోగించి కొలత ప్రమాణములతో లెక్కకట్టి కనుగొనవలెను. ఆ పదార్థపు ద్రవ్యరాశిని సున్నితపు త్రాసుతో తూచి కనుగొనవలెను. ఆ పదార్థపు ద్రవ్యరాశిని దాని ఘనపరిమాణముచే భాగించినచో ఆ పదార్థపు సాంద్రత వచ్చును.

అక్రమాకారపు పదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటకు దాని బరువును సున్నితపు త్రాసుతో తూచి కనుగొనవలెను. తరువాత దానిఘనపరిమాణమును కొలజాడీ

నుపయోగించి స్థానభ్రంశపు విధానమున కనుగొనవలెను. పదార్థపు ద్రవ్యరాశిని దాని ఘనపరిమాణముచే భాగించి నచో ఆ పదార్థపు సాంద్రత వచ్చును.

నీటికంటె తేలికైన బెండువంటి పదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటకు దాని బరువును త్రాసుతో తూచి కనుగొనవలెను. తరువాత సింకరు నుపయోగించి కొలజాడీతో స్థాన భ్రంశపు విధానమున బెండుముక్కయొక్క ఘనపరి మాణమును కనుగొనవలెను.

$$\frac{\text{బెండుద్రవ్యరాశి (భారము)}}{\text{బెండు ఘనపరిమాణము}} = \text{బెండుసాంద్రత(ఘ. సెం.మీ నకు . . . గ్రా.)}$$

మైలుతుత్తపు స్ఫటికము, పటికముక్క, పటికి పంచదార ముక్క మొదలైనవి నీటిలో కరగిపోవును. కనుక వాటి సాంద్రతలను కనుగొనుటకు నీటికిబదులు కొలజాడీలో ఆ పదార్థములు కరుగని, కిరసనాయిలువంటి ద్రవముల నుపయో గించి వాటి ఘనపరిమాణములను కనుగొనవలెను. తరువాత వాటిని త్రాసుతో తూచి వాటి భారములను కనుగొనవలెను.

$$\frac{\text{పదార్థము బరువు}}{\text{పదార్థపు ఘనపరిమాణము}} = \text{పదార్థపుసాంద్రత}$$

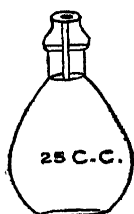
ఒక ద్రవముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటకు పరిశుభ్రమైన ఒక బీకరును మొదట తూచవలెను. ఆ బీక రులో నియమిత ఘనపరిమాణముగల ద్రవమును పిపెట్టుతో గాని, బ్యూరెట్టుతోగాని తీసుకొని తూచవలెను. క్రింది విధముగా ద్రవముయొక్క సాంద్రతను కట్టవలెను.

మొదట ఖాళీ బీకరు బరువు = a గ్రా.
బీకరు + ద్రవము బరువు = b గ్రా.
ద్రవము బరువు = $(b-a)$ గ్రా.
ద్రవము ఘనపరిమాణము = v ఘ. సెం. మీ.

$$\therefore \text{ద్రవము సాంద్రత} = \frac{(b-a) \text{ గ్రా}}{v \text{ ఘ. సెం. మీ.}} = (\text{ఘ. సెం. మీ. నకు... గ్రాములు})$$

సాంద్రత బుడ్డి (Density Bottle)

ద్రవపదార్థముల సాంద్రతను కనుగొనుటకు సాంద్రత బుడ్డి (Density Bottle) ఉపయోగపడును. సాంద్రతబుడ్డి అనునది ఒక సన్నని ఏకరీతి రంధ్రముగల గాజుబిరడా మూతికి బిగింపబడియున్న గాజు బుడ్డి. బిరడాయందలి రంధ్రముతోసహా ఆ గాజుబుడ్డిని పూర్తిగా ఒక ద్రవముతో నింపినప్పుడు ఏ ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఎంత ఘన పరిమాణముగల ద్రవము దానియందు పట్టునో ఆ బుడ్డిపై ఘన సెంటిమీటర్లలో గుర్తింపబడి యుండును. సాధారణముగా 50 c.c., 25 c.c. లోపలి ఘనపరిమాణముగల సాంద్రత బుడ్లు ఉండును.



28-వ పటము
సాంద్రత బుడ్డి
(Density Bottle)

సాంద్రతబుడ్డి నుపయోగించి ఒక ద్రవపదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుట

తడిలేకుండ పరిశుభ్రము చేయబడిన ఒక సాంద్రత బుడ్డని తూచవలెను. గాలిబుడగలు లేకుండ ద్రవముతో

బుడ్డినినింపి, బిరడాపెట్టి, దాని రంధ్రముగుండా పైకిపొర్లి బుడ్డిపైబడిన ద్రవమును శుభ్రముగ తుడిచివేసి మరల బుడ్డిని తూచవలెను. క్రింది విధముగా ద్రవము సాంద్రతను కనుగొనవలెను.

ఖాళీసాంద్రత బుడ్డియొక్క బరువు $= w_1$ గ్రా.
ద్రవముతోసహా సాంద్రతబుడ్డిబరువు $= w_2$ గ్రా.
బుడ్డినినింపిన ద్రవము బరువు $= (w_2 - w_1)$ గ్రా.
సాంద్రతబుడ్డియొక్క లోపలి ఘనపరిమాణము $= V$ ఘ. సెం. మీ.

ద్రవముసాంద్రత ఘ.సెం. మీ. నకు$=\frac{(w_2 - w_1)}{V}$ గ్రాములు.

7. సాపేక్ష సాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము

(Relative Density or Specific gravity)

ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రతను మరియొక పదార్థముయొక్క సాంద్రతతో సరిపోల్చి చెప్పవచ్చును. ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రత మరియొక పదార్థముయొక్క సాంద్రతకు ఎన్నిరెట్లున్నదో తెలియజేయు సంఖ్యను సాపేక్ష సాంద్రత లేక తారతమ్య సాంద్రత (Relative Density) అందురు. బంగారముయొక్క సాంద్రత 1 ఘ.సెం. మీ. నకు 19·3 గ్రా. దానిని మరి యే పదార్థముయొక్క సాంద్రతతో నైనను సరిపోల్చి ఎన్నిరెట్లున్నదో చెప్పినచో ఆ సంఖ్య సరిపోల్చబడిన పదార్థము ననుసరించి బంగారముయొక్క సాపేక్షసాంద్రత అనబడును. సర్వసాధారణముగా ఒక పదార్థము యొక్క సాంద్రతను సరిపోల్చుటకు 4° సెంటిగ్రేడు ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటియొక్క సాంద్రతను ప్రమాణముగా తీసుకొందురు. 4°c. వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటి సాంద్రత గరిష్ఠమై C. G. S. పద్ధతిని 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 1 గ్రాము అగును. కనుక ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రత, 4°c. వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటిసాంద్రతకు ఎన్నిరెట్లుండునో ఆ సంఖ్య ఆ పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రత లేక తారతమ్య సాంద్రత అనబడును. 4°c వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటి సాంద్రతనే ఎల్లప్పుడు ప్రమాణముగా తీసుకొని, దానితో మరియొక పదార్థముయొక్క సాంద్రతను సాపేక్షముగా తెలియజేయుటలో విశిష్టత ఏమనగా 4°c వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటి సాంద్రత 1 ఘ. సెం. మీ. నకు ఒక గ్రాము అగుటచే

ఒక పదార్థపు సాంద్రత దానికెన్ని రెట్లున్నదో సులభముగా చెప్పగలుగుట. కనుక ఆ సంఖ్యను సాపేక్ష సాంద్రత అనుటయేగాక విశిష్టగురుత్వము (Specific Gravity) అని కూడ అందురు. ఒక పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము అనగా 4°c వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటి సాంద్రతకు ఆ పదార్థపు సాంద్రత ఎన్ని రెట్లుండునో తెలిపెడి సంఖ్య.

$$\frac{\text{పదార్థముయొక్క సాంద్రత}}{\text{4°c వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటిసాంద్రత.}} = \text{పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము}$$

కొంత ఘనపరిమాణముగల వస్తువు ద్రవ్యరాశికిని, సమానఘనపరిమాణముగల నీటి ద్రవ్యరాశికినిగల నిష్పత్తిని కూడ సాపేక్ష సాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము అందురు.

$$\text{కనుక } \frac{\text{వస్తువుద్రవ్యరాశి}}{\text{వస్తువుతో సమానఘనపరిమాణముగల నీటిద్రవ్యరాశి}} = \text{పదార్థముయొక్క వి. గు. లేక సాపేక్ష సాంద్రత.}$$

$$\text{అదే, } \frac{\text{వస్తువు సాంద్రత}}{\text{నీటి సాంద్రత}} = \text{వి. గు. లేక తా. త.సా. లేక సా. పే. సా.}$$

ఒక పదార్థముయొక్క వి. గు. లేక సా. పే. సా. ఆ పదార్థముయొక్క సాంద్రతకును, నీటి సాంద్రతకును గల నిష్పత్తి కనుక అది కేవలము సంఖ్యామాత్రమే. మెట్రిక్ పద్ధతిలో ఒక పదార్థముయొక్క సాంద్రతను 1 ఘ. సెం. మీ. నకు ఎన్నిగ్రాములో తెలుపవలెను. ఆ గ్రాముల సంఖ్యయే ఆ పదార్థముయొక్క వి. గు. లేక సా. పే. సా. అగును. దానికి

కారణమేమనగా మెట్రిక్ విధానములో 4°C. వద్ద స్వచ్ఛమైన నీటిసాంద్రత 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 1 గ్రా. అగుట. అందుచే బంగారముయొక్క సాంద్రత మెట్రిక్ పద్ధతిలో 1 ఘ.సెం.మీ. నకు 19·3 గ్రాములనియు, దాని సాపేక్ష సాంద్రత (వి. గు.) మాత్రము 19·3 అనియు వ్రాయవలెను. సాపేక్షసాంద్రతను వ్రాసినప్పుడు సంఖ్యవేసి ఊరుకొనవలెను గాని దానిప్రక్కను గ్రాములనిగాని, పౌనులనిగాని వ్రాయకూడదు.

సాపేక్షసాంద్రత నిష్పత్తి మాత్రమే యగుటవలన ఒకపదార్థముయొక్క సాంద్రతను కనుగొనుటలో ఉపయోగించిన ఘనపరిమాణ ద్రవ్యరాసుల ప్రమాణములుమారినను, ఆ పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రత (వి. గు.) మారకుండ స్థిరముగ నుండు సంఖ్యగానే ఉండును. ఈ విషయము క్రింది ఉదాహరణవలన విశదమగును.

మెట్రిక్ విధానములో వెండియొక్క సాంద్రత = 1 ఘ. సెం. మీ. నకు 10·5 గ్రా.

" నీటిసాంద్రత = 1ఘ.సెం.మీ.నకు1గ్రా.

" వెండి సాపేక్ష సాంద్రత (వి.గు) $= \dfrac{10{\cdot}5 \text{ గ్రా}}{1 \text{ గ్రా}} = 10{\cdot}5.$

బ్రిటిష్ విధానములో వెండియొక్క సాంద్రత = 1 ఘ. అడుగునకు 656·25 పౌనులు.

" నీటి సాంద్రత = 1 ఘ. అ. నకు 62·5 పౌనులు.

" వెండి సాపేక్షసాంద్రత (వి.గు.) $= \dfrac{656{\cdot}25 \text{ పౌ.}}{62{\cdot}5 \text{ పౌ.}} = 10{\cdot}5$ గ్రా.

ఒక పదార్థముయొక్క సాపేక్షసాంద్రతను 62·5 చే గుణించినచో బ్రిటిష్ విధానములో ఆ పదార్థముయొక్క సాంద్రత వచ్చును.

విధానము పేరు.	సాంద్రత.	సా. పే. సా. లేక వి. గు.
మెట్రిక్	x గ్రా. 1 ఘ. సెం.మీ.నకు	x
బ్రిటిష్	62·5×x పౌ. 1 ఘ. అడుగునకు	x

మెట్రిక్ పద్ధతిలో కొన్నిపదార్థములయొక్క సాంద్రతల పట్టిక.

పదార్థము పేరు.	సాంద్రత ఘ. సెం.మీ.నకు గ్రాములు	పదార్థము పేరు.	సాంద్రత ఘ. సెం. మీ.నకు గ్రాములు
అల్యూమినియము	2·7	బంగారము	19·3
ఇనుము	7·9	ప్లాటినము	21·4
రాగి	8·9	గాజు	2·6
వెండి	10·5	మంచుగడ్డ	0·92
సీసము	11·4	పాదరసము	13·59

సాంద్రతబుడ్డి నుపయోగించి ద్రవపదార్థముయొక్క వి. గు. కనుగొనుట:—

తడిలేకుండ, పరిశుభ్రమైన సాంద్రతబుడ్డిని తూచవలెను. గాలిబుడగలు లేకుండ నీటితో నింపి తూచవలెను. నీరు తీసివేసి పరిశుభ్రము చేసినతరువాత ద్రవముతో ఆబుడ్డిని నింపి తూచవలెను. క్రిందివిధముగా రీడింగులను వేసి లెక్క కట్టవలెను.

ఖాళీ సాంద్రత బుడ్డి బరువు $= w_1$ గ్రా.
నీటితో సహా సాంద్రత బుడ్డి బరువు $= w_2$ గ్రా.
ద్రవముతో సహా సాంద్రత బుడ్డి బరువు $= w_3$ గ్రా.
బుడ్డినిండా నింపబడిన నీటిబరువు $= (w_2-w_1)$ గ్రా.
బుడ్డినిండా నింపబడిన ద్రవము బరువు$=(w_3-w_1)$ గ్రా.

ద్రవము సాంద్రత$=\frac{\text{బుడ్డినిండా నింపబడిన ద్రవము బరువు}}{\text{బుడ్డినిండా నింపబడిన నీటి బరువు}}=\frac{(w_3-w_1)}{(w_2-w_1)}$

సాంద్రత బుడ్డితో సీసపురవ్వల సాపేక్షసాంద్రతను కనుగొనుట

తడిలేకుండ శుభ్రపరచిన ఖాళీసాంద్రత బుడ్డిని తూచవలెను. బుడ్డిలో కొన్ని సీసపురవ్వలనువేసి తూచవలెను. తరువాత సీసపురవ్వలు బుడ్డిలోఉండగా బుడ్డిని నీటితోనింపి గాలిబుడగలు లేకుండచేసి తూచవలెను. తరువాత సీసపురవ్వలను తీసివేసి, బుడ్డినిండా నీటితోనింపి తూచవలెను. క్రిందివిధముగా రీడింగులనువేసిలెక్కకట్టవలెను.

ఖాళీసాంద్రతబుడ్డి బరువు $= a$ గ్రా.
లోపల సీసపురవ్వలతో బుడ్డిబరువు $= b$ గ్రా.
లోపల సీసపురవ్వలు మిగిలినభాగము నీటితో నింపబడిన బుడ్డి బరువు $=c$ గ్రా.
పూర్తిగా నీటితోనింపబడిన బుడ్డిబరువు $= d$ గ్రా.
సీసపురవ్వల బరువు $=(b-a)$ గ్రా.

సీసపురవ్వలచే స్థానభ్రంశము కాబడిన నీటిబరువు (సమాన ఘనపరిమాణముగల నీటిబరువు) = సాంద్రతబుడ్డినిండా నీటిబరువు — సీసపురవ్వల పైబుడ్డిలో నింపబడిన నీటిబరువు
$= (d-a)-(c-b)$

∴ సీసపురవ్వల సాపేక్ష సాంద్రత (వి. గు.) =

$$\frac{(b-a)}{(d-a)-(c-b)}$$

నీటియందు కరగెడి పంచదారవంటి ఘనపదార్థముల సాపేక్షసాంద్రతలను కనుగొనుటలోకూడ సాంద్రతబుడ్డిని ఉపయోగింపవచ్చును. అప్పుడు నీటికి బదులు ఆ పదార్థము కరగని కిరసనాయిలువంటి ద్రవమును ఉపయోగించి పైని వివరించిన విధముగా సాపేక్షసాంద్రతను నీటికి బదులుగా ఉపయోగించిన ద్రవము ననుసరించి కనుగొనవలెను. ఉపయోగించిన కిరసనాయిలువంటి ద్రవముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రతనుకూడ కనుగొనవలెను. కిరసనాయిలువంటి ద్రవముతో కనుగొన్న పంచదారవంటి పదార్థముయొక్క సాపేక్ష సాంద్రతను కిరసనాయిలుయొక్క సాపేక్ష సాంద్రతతో గుణించినచో ఆ పదార్థముయొక్క సాపేక్షసాంద్రత లేక వి.గు. (నీటిననుసరించునది) వచ్చును.

ఖాళీ సాంద్రతబుడ్డి బరువు = a గ్రా.

పంచదారతో సాంద్రతబుడ్డి బరువు = b గ్రా.

పంచదార, కిరసనాయిలుతో సాంద్రత బుడ్డిబరువు = c గ్రా.

కిరసనాయిలుతో నింపబడిన సాంద్రత బుడ్డిబరువు = d గ్రా.

కిరసనాయిలు ననుసరించి పంచదార సాపేక్షసాంద్రత = $\frac{(b-a)}{(d-a)-(c-b)}$

కిరసనాయిలు సాపేక్షసాంద్రత = s అయినచో

నీటిననుసరించి పంచదార సాపేక్షసాంద్రత లేక విశిష్టగురుత్వము

$$= \frac{(b-a) \times s.}{(d-a)-(c-b)}$$

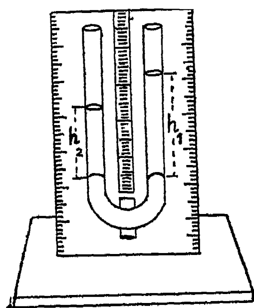
---

8. సరితూగు స్తంభములు - U-గొట్టము

(Balancing columns - U-Tube)

నిలకడ ద్రవములో ఒకే సమతల మట్టమందు వేరు వేరు బిందువులవద్ద పీడనము సమానముగ నుండునని నేర్చుకొని యున్నారు. ఈ విషయము నుపయోగించి U-ఆకారముగల గాజుగొట్టముతో ద్రవముల సాపేక్షసాంద్రతలను (వి. గు.) కనుగొనవచ్చును.

ప్రయోగము:—పటములో చూపబడినట్లు స్టాండునకు నిట్టనిలువుగ అమర్చి బిగింపబడిన U-ఆకారపు గాజుగొట్టమును తీసికొనవలెను. స్టాండుపైని స్కేలు గీతలు ఎత్తును కొలుచుటకు వేయబడియుండును. U-గొట్టములో అడుగున వంపుభాగము నిండి కొద్దిగా పైకి గొట్టములోనికి వచ్చునట్లు పాదరసమును పోయవలెను. దీనివలన U-గొట్టములో పోసిన నీరు, ద్రవము ఒకదానితో నొకటి కలసిపోకుండ యుండును. మొదట రెండుభుజములలోను పాదరసమట్టము సమానముగా నుండుటను గమనింపవలెను. పిపెట్టు సహాయమున U-గొట్టముయొక్క ఒక భుజములో కొంత ఎత్తువరకు నీరు పోయవలెను. అప్పుడు రెండవ భుజములో పాదరసమట్టము హెచ్చును. అప్పుడు రెండవ భుజ



29-వ పటము
సరితూగు స్తంభములు
U - గొట్టము
h_1 - ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు
h_2 - నీటి స్తంభపు ఎత్తు

ములో విశిష్టగురుత్వమును (Specific gravity) కనుగొన వలసిన ద్రవమును పిపెట్టుతో పోయుచు, రెండు భుజముల లోను పాదరసమట్టములు సమానముగా నుండునట్లు చూడ వలెను.

U-గొట్టములో పాదరస మట్టములు సమానముగా నుండునప్పుడు రెండు భుజములలోను ద్రవ స్తంభములు సరితూగును. పాదరసమట్టమునుండి నీటి స్తంభపు ఎత్తును, ద్రవ స్తంభపు ఎత్తును స్కేలునుండి కనుగొనవలెను. ద్రవ స్తంభము ఎత్తు 'h_1' లో ద్రవసాంద్రత 1 c. c. కి d_1 గ్రా; అట్లే నీటి స్తంభపు ఎత్తు 'h_2' లో నీటిసాంద్రత 'd_2' గ్రా. 1 c. c. కి అయినచో, పాదరసమట్టముపై గల నీటి స్తంభపు పీడనము, పాదరసమట్టముపై ద్రవ స్తంభపు పీడనమునకు సమానము.

కనుక $h_1 \times d_1 = h_2 \times d_2$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\text{ద్రవసాంద్రత}}{\text{నీటిసాంద్రత}} = \text{ద్రవముయొక్క సాపేక్షసాంద్రత (వి. గు.)}$$

(నీటిసాంద్రత = 1 c.c. కి 1 గ్రా)

$$\therefore \text{ద్రవముయొక్క వి.గు.} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$\therefore \text{ద్రవముయొక్క వి.గు} = \frac{\text{నీటి స్తంభపు ఎత్తు}}{\text{ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు}}$$

పాదరస మట్టముపై నీటి స్తంభపు ఎత్తులను, ద్రవ స్తంభపు ఎత్తులను మార్చుచు ప్రయోగమును 6 సార్లు చేసి రీడింగులను క్రిందిపట్టికలో సమర్చవలెను. దానినిబట్టి సరాసరి వి. గు. కనుగొనవలెను.

వరుస సం.	పాదరస మట్టము రీడింగు	నీటియొక్క పై మట్టము రీడింగు	నీటి స్తంభపు ఎత్తు h_2	పాదరసమట్టము రీడింగు	ద్రవముయొక్క పై మట్టము రీడింగు	ద్రవ స్తంభపు ఎత్తు h_1	ద్రవముయొక్క వి.గు. = నీటి స్తంభము ఎత్తు / ద్రవ స్తంభము ఎత్తు = $\frac{h_2}{h_1}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							

సరాసరి వి. గు. =

N.B.:-(1) నీటితో మిశ్రణ ద్రవములయొక్క వి. గు. కనుగొనుటకు అవి కలసిపోకుండ U-గొట్టములో పాదరసమును పోసి తరువాత ద్రవములను రెండు భుజములలోను పోయవలెను.

(2) నీటితో ఆ మిశ్రణద్రవములయొక్క వి. గు. కనుగొనుటకు అవి కలసిపోవుగనుక పాదరసమును ఉపయోగింపనక్కర లేకుండ మందటిపొరను గుర్తించి ఆ విలువనుండియే జల, ద్రవ స్తంభముల ఎత్తులను కొలిచి కనుగొనవలెను.

(3) నీటిసాంద్రతకంటె తక్కువసాంద్రతగల కిరసనాయిలువంటి ద్రవముల యొక్క వి. గు. కనుగొనుటలో ద్రవస్తంభపు ఎత్తు నీటిస్తంభపు ఎత్తుకంటె హెచ్చుగానుండును.

(4) నీటిసాంద్రతకంటె ఎక్కువ సాంద్రతగల మైలుతుత్తపు ద్రావణమువంటి ద్రవముల వి. గు. కనుగొనుటలో ద్రవస్తంభపుఎత్తు నీటిస్తంభపు ఎత్తుకంటె తక్కువగా నుండును.

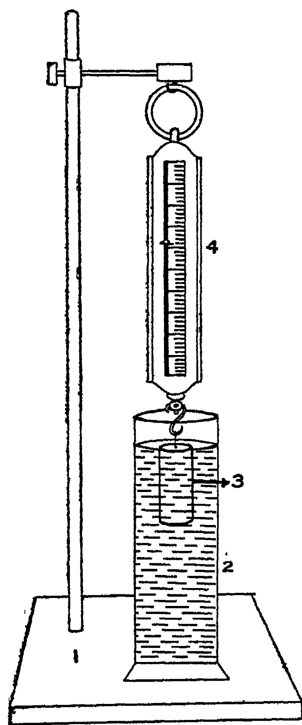
---

9. ఆర్కిమిడీసు సూత్రము

నీటిలో మునిగియున్న వస్తువు నీటిబయట ఉన్నప్పటి కంటె తేలికగ నున్నట్లు నిత్యజీవితములో మన అనుభవము. నూతిలో బాల్చిని వేసి నీటిని తోడుచున్నప్పుడు, నీటిలో మునిగియున్నంత వరకు బాల్చి తేలికగనున్నట్లును, నీటిపైకి రాగానే బరువెక్కినట్లును ఉండుట చాలమందికి అనుభవమే. కనుక నీటిలో మునిగియున్న వస్తువు కొంతబరువును కోల్పోయి నట్లు కనబడును. ఆ వస్తువు ఎంత బరువును గోల్పోయినట్లు కనబడును ? అట్లు గోల్పోవుట ఒక్క నీటిలో మునిగి యున్నపుడేనా లేక మరి ఏ యితర ద్రవములోనైన మునిగి యున్నపుడుకూడ కొంతబరువును కోల్పోయినట్లు కనబడునా? ఈ విషయములను ప్రయోగముచేసి తెలుసుకొనవచ్చును.

ప్రయోగమునకు కావలసిన పరికరములు:—ఒక గట్టి లోహపు స్థూపకము, ఒక గట్టి ఘనాకారపు చిన్నలోహపు దిమ్మ. స్ప్రింగుత్రాసుయొక్క కొక్కెమునకు తగిలించుటకు వీలుగా పైని చెప్పిన రెండింటికి రింగులుండవలెను. రెండు కొలజాడీలు, స్ప్రింగుత్రాసు, రిటార్టుస్టాండు, నీరు, కిరసనాయిలు. (కిరసనాయిలు యొక్క సాంద్రత తెలిసియుండవలెను.)

విధానము:—స్టాండునకు స్ప్రింగుత్రాసును వ్రేలగట్టి శూన్యాంశ దోషమున్నచో కనుగొని సిద్ధముగానుంచవలెను.



30–వ పటము
ఆర్కిమిడీసు సూత్రమును
ఋజువుపరచుట

1. స్టాండు, 2 కొలజాడి
3. లోహపు స్థూపకము
4. స్ప్రింగ్ త్రాసు

స్ప్రింగు త్రాసు కొక్కెమునకు లోహపు స్థూపకమును తగిలించి దాని బరువును తీగత్రాసునుండి గ్రహించవలెను. తరువాత కొలజాడీలో నీరుపోసి నీటి మట్టమును గుర్తించవలెను. స్ప్రింగు త్రాసునకు తగిలించిన లోహపు స్థూపకము కొలజాడీలో నీటియందు మునుగునట్లు అమర్చి, స్ప్రింగు త్రాసులో దాని బరువును, కొలజాడీలో నీటి మట్టమును గుర్తించ వలెను. రెండవ కొలజాడీలో కిరసనాయిలు పోసి దాని మట్టమును గుర్తించి, అందులో లోహపు స్థూపకము మునుగునట్లు అమర్చి, అప్పుడు దాని బరువును తీగత్రాసు నుండి గుర్తించవలెను. స్థూపకమునకు వలెనే ఘనాకారపు లోహపుదిమ్మతో గూడ ప్రయోగమును చేయవలెను. రీడింగులను క్రింది పట్టికలో అమర్చవలెను.

1 వస్తువు పేరు.	2 ద్రవము పేరు.	3 స్ప్రింగుత్రాసులో తొలిరీడింగు.	4 స్ప్రింగుత్రాసునకు వస్తువును తగిలించినతరువాత రీడింగు.	5 గాలిలో వస్తువు బరువు.	6 ద్రవములో వస్తువు పూర్తిగా మునిగి యున్నప్పుడు స్ప్రింగుత్రాసు రీడింగు.	7 ద్రవములో వస్తువు పూర్తిగా మునిగి యున్నప్పుడు బరువు.	8 ద్రవములో వస్తువు పూర్తిగా మునిగియున్నప్పుడు గోల్పోయినట్లు కనబడు నష్టభారము.	9 కొలజాడీలో తొలి ద్రవమట్టము.	10 కొలజాడీయందలి ద్రవములో వస్తువు పూర్తిగా మునిగియున్నప్పుడు ద్రవమట్టము.	11 వస్తువుచే తొలగింపబడిన ద్రవముయొక్క ఘనపరిమాణము.	12 ద్రవముయొక్క సాంద్రత.	13 వస్తువుచే తొలగింపబడిన (లేక సమాన ఘనపరిమాణముగల) ద్రవభారము.
లోహపు స్థూపకము	నీరు	0 గ్రా.	70 గ్రా.	70 గ్రా.	70 గ్రా.	60 గ్రా.	10 గ్రా.	80 c. c.	90 o. c.	10 c. c.	1 గ్రా	10×1 =10 గ్రా
	కిరసనాయిలు	0 గ్రా.	70 గ్రా.	70 గ్రా.	62 గ్రా.	62 గ్రా.	8 గ్రా.	60 c. c.	70 c. c.	10 c. c.	0·8 గ్రా.	10×·8 =8 గ్రా
ఘనాకారపు లోహపు దిమ్మ.	నీరు	0 గ్రా.	50 గ్రా.	50 గ్రా.	45 గ్రా.	45 గ్రా.	5 గ్రా.	80 c c.	85 c. c.	5 c. c.	1 గ్రా.	5×1 =5 గ్రా.
	కిరసనాయిలు	0 గ్రా.	50 గ్రా.	50 గ్రా.	46 గ్రా.	46 గ్రా.	4 గ్రా.	60 c. c.	65 c. c.	5 c. c.	0·8 గ్రా.	5×·8 =4 గ్రా

పై పట్టికలో 8, 13 కాలములను పరిశీలింపవలెను. దానినిబట్టి గ్రహించినది "ఏదైన ఒక నిలకడ ద్రవములో ఒకవస్తువు పూర్తిగా మునిగి యున్నప్పుడు గోల్పోయినట్లు కనబడు నష్టభారము ఆ వస్తువుచే తొలగింప బడిన (వస్తువుతో సమాన ఘనపరిమాణముగల) ద్రవ భారమునకుసమానము." ఈ సూత్రము మొదట ఆర్కిమిడీసు అను విజ్ఞునిచే కనుగొనబడెను. కనుక దానినే 'ఆర్కిమిడీసు' సూత్రమందురు.

ద్రవములో వస్తువున్నప్పుడు దానిపై ద్రవమునకు ఊర్ధ్వపీడనముండునని యిదివరకే నేర్చుకొనియున్నారు. వస్తువు ద్రవమందున్నప్పుడు, ద్రవముయొక్క ఊర్ధ్వపీడన ఫలితమువలన కొంత భారమును గోల్పోయినట్లుకనబడుననియు, అట్లు కనబడు నష్టభారము వస్తువునకు సమాన ఘనపరి మాణముగల ద్రవభారమునకు సమానమనియు ఆర్కిమిడీసు కనుగొని ఋజువుచేసెను.

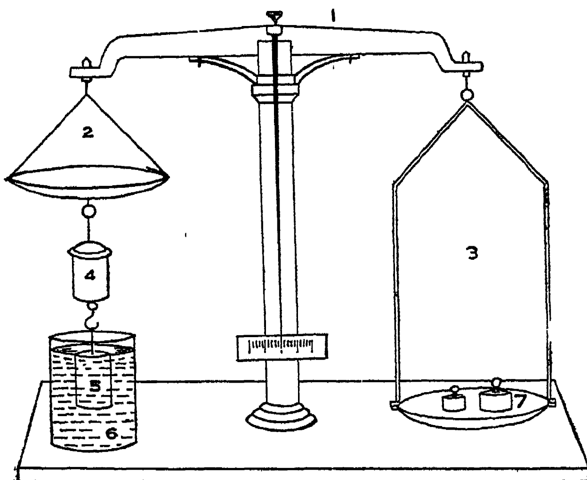
ఆర్కిమిడీసు గ్రీకుదేశపు గొప్ప విజ్ఞుడు. ఆ కాలపు గ్రీకుదేశపు రాజగు హీరో (Hiero) ఒక కిరీటమును చేయమని స్వచ్ఛమైన బంగారమును కంసాలి కిచ్చెను. కిరీటము చాల అందముగా చేయబడెను. కాని అందులో బంగారము కల్తీ చేయబడినట్లు రాజునకు అనుమానము కలిగెను. ఆస్థానవిజ్ఞుడగు ఆర్కిమిడీసునకు ఆరాజు ఆ కిరీటము నిచ్చి దానిని చెరపకుండ అందులో బంగారము స్వచ్ఛమైనదో కాదో పరీక్షించి చెప్ప మనెను. ఆర్కిమిడీసునకేమియు తోచలేదు. ఒకనాడు తాను తొట్టిలో స్నానము చేయుచుండగా, నీటిలో తాను మునిగి యున్నప్పుడు తన దేహము తేలికైనట్లు తనకు తోచెను. తనచే తొలగింపబడిన నీటి ఘనపరిమాణము యొక్క బరువు తాను నీటిలో మునిగియున్నప్పుడు తగ్గినట్లున్న బరువునకు

సమానమని అత డూహించెను. వెంటనే 'ఎరుక, ఎరుక' అని కేకలు వేయుచు పరుగిడి రాజుగారిచ్చిన సమస్యను సాధించెను. కిరీటముతో సమాన బరువుగల స్వచ్ఛమైన బంగారపు ముక్కను తెప్పించి దానిచే తొలగింపబడిన నీటిఘన పరిమాణమునకును, కిరీటముచే తొలగించబడిన నీటి ఘన పరిమాణమునకును తేడాను కనిపెట్టి కంసాలి రాజును మోసగించెనని ఆర్కిమిడీసు చెప్పగలిగెను. కనుక దీని ననుసరించిన సూత్రమును ఆర్కిమిడీసుసూత్ర మందురు.

ఆర్కిమిడీసు సూత్రమును ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము - కావలసిన పరికరములు :- ఒక పొట్టి పళ్ళెము, పొడుగు పళ్ళెము గల త్రాసు (Hydrostatic Balance). పొట్టి పళ్ళెమునకు అడుగున చిన్న కొక్కె ముండవలెను. కట్టెలపెట్టె (Weight box), ఒక సాకెట్టు, దానిలో సరిగా పట్టెడి సిలెండరు, సాకెట్టునకు అడుగున కొక్కెముండి, దానికి సిలెండరును తగిలించుటకు సిలెండరునకుకూడ కొక్కెముండవలెను. పిపెట్టు, బీకరు, నీరు, కిరసనాయిలు.

విధానము:—పొట్టిపళ్ళెముయొక్క అడుగుకొక్కెమునకు సాకెట్టును తగిలించి, దాని అడుగున కొక్కెమునకు సిలెండరును తగిలించవలెను. పొడుగుపళ్ళెములో బరువులు వేసి సరితూగునట్లు చేయవలెను. సిలెండరు పూర్తిగా నీటిలో మునుగునట్లు బీకరుతో నీటిని పటములో చూపినరీతిని అమర్చవలెను. అప్పుడు పొడుగుపళ్ళెములో బరువులు హెచ్చి క్రిందకు దిగును. పిపెట్టుతో సాకెట్టునిండా నీరుపోయవలెను. అప్పుడు త్రాసు మరల సరితూగును. నీటిలో సిలెండరు

మునిగినప్పుడు కోల్పోయినట్లగపడు నష్టభారము సాకెట్టులో నింపిన నీటిభారమునకు సమానము. కనుక సిలెండరునకు సమాన ఘనపరిమాణముగల నీటిభారము నది నీటిలో మునిగినప్పుడు కోల్పోయినట్లగపడును. నీటికిబదులు కిరసనాయిలు



31-వ పటము ఆర్కిమిడీస్ సూత్రమును ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము

1 త్రాసు; 2 పొట్టి పళ్ళెము; 3 పొడుగు పళ్ళెము; 4 సాకెట్టు; 5 సిలెండరు; 6 ద్రవము; 7 బరువులు

గాని, మరియే ద్రవమునుగాని ఉపయోగించి ప్రయోగము చేసినను ఫలిత మొక్కరీతిగనేయుండును.

కనుక ఏదైనా ఒక నిలకడ ద్రవములో ఒక వస్తువు పూర్తిగా మునిగినప్పుడు కొంత భారమును గోల్పోయినట్లగ

పడుననియు, అట్లు కోల్పోయినట్లగపడు నష్టభారము వస్తువునకు సమాన ఘన పరిమాణముగల ద్రవభారమునకు సమానమనియు ఋజువగును. అదే ఆర్కిమిడీసు సూత్రము ఋజువగుట.

---

10. వస్తువులు తేలుట (Floatation)

ఒక ఇనుపముక్కను నీటిలో వేసినచో మునిగిపోవును. ఆ ఇనుపముక్కనే పాదరసములో వేసినచో తేలును. బెండు ముక్కను నీటిలో వేసినచో తేలును. కాని మునుగదు. నీటిలో నూనె తేలును. మంచుగడ్డ నీటిలో తేలును. ఈ విధముగా కొన్ని వస్తువులు కొన్ని ద్రవములలో తేలుటకును, కొన్ని ద్రవములలో మునుగుటకును కారణమేమి ?

ఇనుము సాంద్రత 1 c. c. కి 7·9 గ్రా. నీటిసాంద్రత 1 c. c. కి 1 గ్రా. పాదరసము సాంద్రత 1 c.c. కి 13·59 గ్రా. ఇనుము నీటిలో మునుగుటకు కారణమేమనగా నీటిసాంద్రతకంటె ఇనుముసాంద్రత హెచ్చు. పాదరసముయొక్క సాంద్రతకంటె ఇనుము సాంద్రత తక్కువకనుక పాదరసములో ఇనుము తేలినదని గ్రహింపవలెను. అట్లే మంచుగడ్డ సాంద్రత (0·92 గ్రా.). నీటిసాంద్రతకంటె తక్కువగనుక నీటిలో మంచుగడ్డ తేలును. కనుక ఒక వస్తువు, తనసాంద్రతకంటె తక్కువ సాంద్రతగల ద్రవములో మునుగుననియు, తనకంటె ఎక్కువ సాంద్రతగల ద్రవములో తేలుననియు స్పష్టముగు

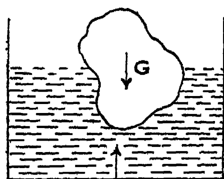
చున్నది. ఒక వస్తువు ఒక ద్రవములో తేలుటకు వస్తువు సాంద్రత ఆ ద్రవసాంద్రతకంటె తక్కువగ నుండవలెను.

తక్కువసాంద్రతగల ఒక వస్తువు దాని సాంద్రత కంటె ఎక్కువ సాంద్రతగల ద్రవములో తేలుటకు కారణ మేమి? ద్రవములో ఒకవస్తు వున్నప్పుడు దానిపై రెండు బలములు ప్రవర్తించు చుండును. మొదటి బరువు – క్రిందకు లంబమార్గములో పనిచేయుచుండును. రెండవది వస్తువుపై ద్రవపదార్థము కలుగజేసిన ఊర్ధ్వ, అధఃపీడనముల ఫలితము. దానినే ఉత్ప్లవనపీడనము (Force of Buoyancy) అందురు.

నిలకడద్రవములో ఒకవస్తువు పూర్తిగమునిగియున్న ప్పుడు ఆ వస్తువుపై ద్రవము కలుగజేసెడి ఉత్ప్లవనపీడనము ఆ వస్తువుతో సమాన ఘనపరిమాణముగల ద్రవభారమునకు సమానము. దీనిననుసరించినదే ఆర్కిమిడీసు సూత్రము. నిలకడద్రవములో వస్తువున్నప్పుడు ఆ వస్తువుపై ఉత్ప్లవన పీడనము ఊర్ధ్వదిశగా లంబమార్గములో పనిచేయును. కనుకనే ఒకకార్కును నీటిలోనికి అదిమి విడచినచో అది మీదకు తిరిగి త్రోయబడును. నిలకడద్రవములో ముంచబడిన ఒక వస్తువుయొక్క బరువు ఆ వస్తువుపై ద్రవమునకుగల ఉత్ప్లవనపీడనముకంటె ఎక్కువగా నున్నచో ఆ వస్తువు ఆ ద్రవములో మునుగును. తక్కువగా నున్నచో తేలును.

ఒక వస్తువుయొక్క సాంద్రత ద్రవసాంద్రతకంటె తక్కువగా నున్నప్పుడే ఆ ద్రవములో ఆ వస్తువుపై గల ఉత్ప్లవన పీడనముకంటె వస్తువుబరువు తక్కువగానుండి ఆ వస్తువు ఆ ద్రవములోమునుగక తేలుచుండును.

ద్రవములో తేలెడి వస్తువుల నిశ్చలతకు కావలసిన నియమములు-ప్లవనసూత్రములు (Laws of Floatation):- ఒక వస్తువు ఒక ద్రవములో తేలుచున్నప్పుడు దాని ఘనపరిమాణములో కొంతభాగము ద్రవమట్టమునకు పైని, మిగిలినభాగము ద్రవమట్టమునకు అడుగున(పటములో చూపిన విధమున) యుండును. అప్పుడునిలకడ ద్రవములో తేలుచున్న వస్తువుపై రెండుబలములు పనిచేయుచుండును. (1) గరిమనాభివద్ద క్రిందకు లంబ మార్గములో పనిచేయుచున్న వస్తువు భారము (2) మీదకు లంబమార్గములో వస్తువుపై ద్రవమునకుగల ఉత్ప్లవనపీడనము. కనుక వస్తువు నిశ్చలతలో ఒక నిలకడ ద్రవమందు తేలుచుండుటకు ఈరెండు బలములు ఒకదానికొకటి పరిమాణములో సమానమై, ఒకే సరళరేఖలో వ్యతిరేకదిశగా పనిచేయుచుండవలెను.

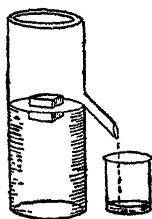


32-వ పటము ప్లవన సూత్రము G-గరిమనాభి.

వస్తువుచే తొలగింపబడిన ద్రవభారమునకు ఉత్ప్లవన పీడనము సమానముగా నుండునన్నవిషయము తెలిసినదే. కనుక ఒక ద్రవములో ఒక వస్తువు యథేచ్ఛగా తేలుచున్నప్పుడు (1) ద్రవములో మునిగియున్న వస్తుభాగముచే తొలగింపబడిన ద్రవభారము మొత్తము వస్తుభారమునకు సమానము. (2) ఆ వస్తువుపై ద్రవమునకుగల ఉత్ప్లవన పీడనము, వస్తుభారము ఈరెండును ఒకేసరళరేఖలో వ్యతిరేక దిశలో పనిచేయుచు వస్తువుయొక్కయు, తొలగింపబడిన

ద్రవముయొక్కయు గరిమనాభులగుండా పోవును. ఈరెండు నియమములు ప్లవనసూత్రములనబడును. నిలకడద్రవములో ఒక వస్తువు తేలుచున్నప్పుడు వస్తువు మునిగియున్న భాగపు ఘనపరిమాణమునకు సమాన ఘనపరిమాణముగల ద్రవమే తొలగింపబడునుగాని వస్తువుయొక్క పూర్తి ఘనపరిమాణమునకు సమానమైనదికాదని గ్రహింపవలెను.

ప్లవనసూత్రమును నిరూపించుటకు ప్రయోగము



33-వ పటము
పొర్లిపోవుజాడి

ప్రక్కపటములో చూపినట్టి పొర్లిపోవుజారు (Over flow jar) నొకదానిని తీసుకొని దాని ప్రక్కగొట్టమునుండి పొర్లిపోవువరకును నీరు పోయవలెను. ఒక బెండు ముక్కను త్రాసుతో తూచవలెను. ఒక బీకరును పరిశుభ్రముగా తుడిచి తూచవలెను. ఆబీకరును ప్రక్క గొట్టము క్రిందపెట్టి, బెండుముక్కకు దారమును కట్టి నెమ్మదిగా జారులో నీటి యందు జారవిడచి స్వేచ్ఛగా తేలునట్లు చూడవలెను. అప్పుడు బెండులో కొంత భాగము నీటిలో మునిగి మిగిలిన భాగము నీటిమట్టముపై నుండును. బెండుముక్కలో నీటు మునిగినభాగముచే తొలగింపబడిననీరు ప్రక్కగొట్టముగుండా బీకరులోనికి వచ్చును. ఆ నీటితో బీకరును తూచవలెను. నీటిబరువు తెలియును. ఆ నీటిబరువు బెండుముక్క బరువునకు సమానముగా నుండును. నీటికి బదులు మరియేద్రవమునుపయోగించి ప్రయోగము చేసినను ఫలిత మొక్కరీతిగానే

యుండును. కనుక నిలకడ ద్రవములో ఒక వస్తువు స్వేచ్ఛగా తేలుచున్నప్పుడు ద్రవములో మునిగిన భాగముచే తొలగింపబడిన ద్రవభారము మొత్తము వస్తువు భారమునకు సమానము.

---

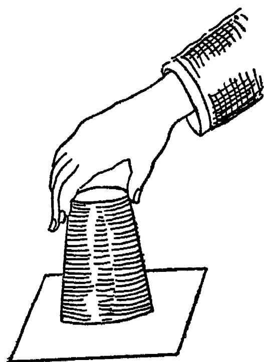
11. వాతావరణ పీడనము

(Atmospheric Pressure)

మనము నివసించుచున్న భూమిని ఆవరించుకొని భూమిపైని సుమారొక వంద మైళ్ల ఎత్తు వరకు గల వాయు పొరను వాతావరణ మందురు. ఈ వాయుమిశ్రమును గాలి (Air) అందురు. కంటికి కనబడకపోయినను గాలికి బరువు కలదు. అందుచే గాలికి ద్రవపదార్థములవలెనే పీడనశక్తి (Pressure) కూడ గలదు. వస్తువులపై వాతావరణము కలుగజేయు పీడనమునకు వాతావరణపీడన మని పేరు. పైకి పోవుచున్నకొలది గాలి ఎత్తు తగ్గుచుండుటచే వాతావరణ పీడనముకూడ తగ్గుచుండును. భూమిమీద కంటె ఒక కొండపైని వాతావరణ పీడనము తక్కువగా నుండును. వాతావరణమునకు ఊర్ధ్వపీడనము, అధఃపీడనము, పార్శ్వ పీడనముకూడ ఉండును.

వాతావరణమునకు ఊర్ధ్వపీడనము గలదని ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము :—అంచు సమమట్టపు మూతిగల ఒక గాజుగ్లాసును తీసుకొని, వెలితి లేకుండ దానినిండా నీరు

పోసి ఒక కాగితముతో దాని మూతిని మూసి, కాగితము నొక చేతితో పట్టుకొని, రెండవ చేతితో గ్లాసును తలక్రిందుగ త్రిప్పి కాగితమును పట్టి యుంచిన చేతిని విడువవలెను. కాగితము పడిపోకుండ గ్లాసుయొక్క మూతికి అంటిపెట్టుకొని యుండును. కాగితమును, గ్లాసులో నీరు క్రిందకు నొక్కును గాని నీటి యొక్క అధఃపీడనముకంటె అధిక ఊర్ధ్వపీడనముతో వాతావరణము దానిని మీదకు నొక్కుచుండుటచే కాగితము క్రింద పడకుండును.



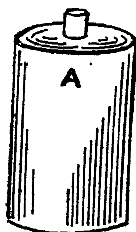
34-వ పటము
గాలికి ఊర్ధ్వపీడనము గలదని చూపుట.

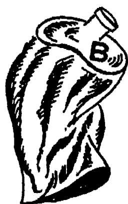
వాతావరణమునకు అధఃపీడనముకలదని ఋజువు చేయుటకు ప్రయోగము:—రెండువైపుల అంచులు సమ మట్టముగానున్న ఒక స్థూపాకారపు వెడల్పుగాజుగొట్టమును తీసుకొని ఒకవైపు అంచునకు వేసలైనుపూసి వాయురేచకము యొక్క పలకపై అమర్చి, గొట్టముయొక్క రెండవ అంచునకు రబ్బరుపొరను గట్టిగా కట్టవలెను. ఈ విధముగా గొట్టము లోనికి గాలి చొరకుండాచేసి వాయురేచకముతో గొట్టము నుండి గాలిని తోడవలెను. అప్పుడు రబ్బరుపొర లోనికి నొక్కుకొని పోవును.

గాలిని తోడకమునుపు రబ్బరుపొరకు రెండువైపులను వాతావరణ పీడనము సమానముగా నుండుటచే ఆరబ్బరుపొర గొట్టమునకు బిగువుగాపట్టియుండును. గాలిని తోడగానే,

గొట్టమునకు పైనున్న గాలియొక్క అధఃపీడనము వలన రబ్బరుపొర లోపలికి నొక్కబడును. కనుక వాతావరణమునకు అధఃపీడనము కలదని తెలియును.

వాతావరణపీడనము అన్నివైపులసమానముగానున్నదని ఋజువుచేయుటకు ప్రయోగము:—చిన్నమూతినికలిగిన ఒక పలుచని రేకుడబ్బాలో నీరుపోసి ఆనీటిని సలసలమరిగించవలెను. డబ్బామూతినుండి నీటిఆవిరి నిరంతరముగా బయటకు వచ్చుచున్నప్పుడు డబ్బామూతికి ఒక బిరడాను బిగించి, మంటను ఆర్పి, డబ్బాపై చన్నీటినిపోసి చల్లార్చవలెను. డబ్బానొక్కులుపడి లోపలకు అణగారును. డబ్బాయందలి గాలి, నీటిఆవిరిచే బయటకు పంపబడినది. డబ్బామూతికి బిరడా బిగించి దానిపై చన్నీరుపోసి చల్లార్చినప్పుడు డబ్బాలోపలగల నీటిఆవిరి ద్రవీభవించి లోపలి పీడనము తగ్గుటచే పైనున్న వాతావరణపీడనమువలన డబ్బా లోపలికి నొక్కులుపడును. ఒక రబ్బరు బ్లేడరును తీసుకొని దానిలోనికి గాలిని కొట్టినచో ఆబ్లేడరు అన్నివైపులకు సమానముగా ఉబ్బును. కనుక గాలియొక్కపీడనము అన్నివైపులను సమానముగా నుండునని తెలియును.





35-వ పటము

గాలియొక్క పీడనము అన్నివైపుల సమానముగ నుండునని ఋజువుచేయుట.

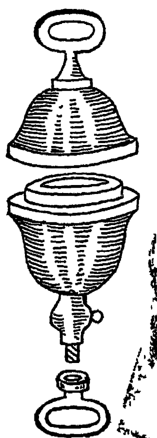
A-మొదటి రూపము.

B-లోపల పీడనము తగ్గినందువలన వాతావరణ పీడనముచే కలిగిన రూపము.

మేగ్డిబర్గు అర్ధగోళములు (Magdeburg hemispheres):- వాతావరణ పీడనమును, దాని పరిమాణమును ప్రత్యక్షముగా నిరూపించుటకు మేగ్డిబర్గు నగరమందు అటోఘాన్ గెరిక్ అను విజ్ఞుడు లోహపు అర్ధగోళములను రెండింటిని ఉపయోగించి రెండు ప్రయోగములను 1654 లో చేసెను. ఒక ప్రయోగములో 22 అంగుళములు వ్యాసముగలిగి ఒకదానితో నొకటి సమముగా అతుకుకొనగల లోహపు అర్ధగోళములను రెండింటిని జతచేసి వాటిమధ్యనున్న గాలిని వాయురేచకముతో తోడివేసి ఆ అర్ధగోళముల కిరుప్రక్కల ఎనిమిదేసి గుఱ్ఱములనుకట్టి లాగించెను. అట్లు లాగించినను గుఱ్ఱములు వాటిని విడగొట్టలేక పోయినవని నిరూపించెను. దానికి కారణము పైనున్న వాతావరణ పీడనమని ఋజువు చేసెను. మరియొక ప్రయోగములో ఒక అర్ధగోళమును ఒక కొక్కెమునకు తగిలించి రెండవ అర్ధగోళముయొక్క అడుగు కొక్కెమునుండి బరువులను వ్రేలగట్టి ఆ అర్ధగోళములను విడదీయుట కెంత భారము కావలెనో కనుగొనెను. దానివలన వాతావరణమునకు అధికపీడన ముండునని ఋజువుచేసెను. లోహపు అర్ధగోళముల నుపయోగించి వాతావరణ పీడనమును ఋజువుచేయుటకు మొదట ప్రయోగములు మేగ్డిబర్గు నగరములో చేయబడినవి కనుక, అట్టి ప్రయోగములందుపయోగపడు లోహపు అర్ధగోళములను మేగ్డిబర్గు అర్ధగోళము లందురు.

ప్రయోగము:—మేగ్డిబర్గు అర్ధగోళములను రెండింటిని దగ్గరగా చేర్చి, వాయురేచకముతో వాటిలోపలనున్న గాలిని తోడివేయవలెను. తరువాత వాటిని విడదీయుటకు ఎంత

ప్రయత్నించినను మనబలము చాలక అవి విడవు. మార్గ నిరోధినిని విప్పి వాటిలోనికి గాలిని పోనిచ్చినచో అవి సులభముగా విడిపోవును. వాటిలోపల గాలి శూన్యము చేసి విడదీయుటకు ప్రయత్నించినప్పుడు వాటిపై నున్న వాతావరణ పీడనము అత్యధికముగా నుండుటచే వాటిని సులభముగా విడదీయుటకు వీలుపడదు.



36–వ పటము
మేగ్డిబర్గ అర్ధగోళములు

24 అ॥ పొడవు, 16 అ॥ వెడల్పు, 12 అ॥ ఎత్తు గల గదిలో గాలి బరువు 350 పౌనులకు సుమారు మించి యుండును. ఒక చదరపు అంగుళము వైశాల్యముగల తలముపై గాలియొక్క పీడనశక్తి రమారమి 15 పౌనుల భారము. ఒకస్థలములో వాతావరణ పీడనమును భారమితి (Barometer) అను సాధనముతో కొలిచి తెలుసుకొందురు.

---

12. ఉష్ణము (Heat)

మన రెండు చేతులను కలిపి రాపాడించుటవలన ఉష్ణము పుట్టునన్న విషయము అందరకు అనుభవమే. ఆవిరి యంత్రములో ఉష్ణమువలన పని జరుగుచున్నదని అందరకు విశదమే. కనుక ఉష్ణమనునది ఒక శక్తి రూపము. వస్తువు లన్నియు అణువులతో కూడియున్నవని యిదివరకే తెలుసు

కొనియున్నారు. ఒక వస్తువులో అణువుల చలనమువలన ఉష్ణశక్తి జనించును. ఒక యినుపముక్కను సుత్తితో కొట్టు చుండినచో ఆ ఇనుపముక్క వేడెక్కును. సుత్తియొక్క చలనవేగమువలన ఇనుపముక్కలో అణువులందు చలన వేగము కంటికి కగపడకుండ హెచ్చి ఉష్ణశక్తియగుచున్నది. కనుక ఒక వస్తువులో అణువుల చలనవేగపు శక్తియే ఉష్ణ శక్తి యగుచున్నదని నేటి విజ్ఞుల అభిప్రాయము. వస్తువులపై ఉష్ణముయొక్క ఫలితము అనేకవిధములుగా నుండును.

బండిచక్రములకు ఇనుపపట్టాలను ఎక్కించుటలో ఇనుప పట్టాలను మొదటకాల్చి తరువాత చక్రములకు ఎక్కించి చల్లార్చుటను అందరు చూచియుందురు. ఉష్ణమువలన ఇనుప పట్టాలు వ్యాకోచించి, చల్లార్చుటవలన సంకోచించి చక్రము లకు బిగువుగపట్టి ఉండును. కనుక వస్తువులపై ఒకఉష్ణఫలితము వ్యాకోచము. మంచుగడ్డను వేడిచేసినచో అది కరగును. అనగా ఘనస్థితి ద్రవస్థితిలోనికిమారును. ఆ నీటిని మరిగించి నచో నీటిఆవిరి వచ్చును. అనగా ద్రవస్థితి వాయుస్థితిలోనికి మారును. కనుక వస్తువులపై వేరొకఉష్ణఫలితము స్థితిమార్పు లేక భౌతికమార్పు. రససిందూరమును ఒక శోధననాళికలో వేసి వేడిచేసినచో పాదరసము, ఆక్సిజను వాయువు అను రెండు క్రొత్తపదార్థము లేర్పడును. ఇట్టి మార్పును రసాయనిక మార్పు అందురు. కనుక మరియొక ఉష్ణఫలితము రసాయనిక మార్పు. ఒక బీకరులో చన్నీరు పోసి, అందులో ఒక థర్మా మీటరును వ్రేలగట్టి బీకరు అడుగున సారాదీపముతో వేడి చేసినచో థర్మామీటరులో పాదరసమట్టము హెచ్చుచున్న

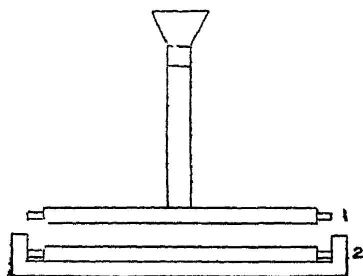
అనగా ఉష్ణోగ్రత హెచ్చును. కనుక మరియొక ఉష్ణఫలితము ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు. కాబట్టి వస్తువులపై ఉష్ణఫలితములు ముఖ్యముగా (1) వ్యాకోచము (2) ఉష్ణోగ్రతలోమార్పు (3) స్థితిమార్పు లేక భౌతికమార్పు (4) రసాయనికమార్పు.

---

13. ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము

ఘన, ద్రవ, వాయుస్థితులందుగల వస్తువులన్నియు సర్వసాధారణముగా ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము చెందును. ఘనపదార్థములు ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము చెందునని ఈ క్రింది ప్రయోగములవలన చూపవచ్చును.

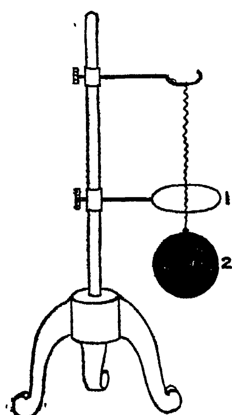
ప్రయోగము:—పటములో చూపబడిన లోహపుకాడ, చట్రముగల సాధనమును తీసికొనవలెను. గది ఉష్ణోగ్రతవద్ద లోహపుకాడ చట్రములో సరిగా పట్టును. సారాదీపముతో లోహపుకాడను వేడిచేసి చట్రములో పట్టించుటకు ప్రయత్నించినచో పట్టదు. కారణమేమనగా లోహపుకాడ పొడవులో హెచ్చినది. అనగా ఉష్ణమువలన వ్యాకోచము చెందినది.



37–వ పటము
ఉష్ణమువలన పదార్థముల పొడుగు, వైశాల్యము హెచ్చునని చూపుట
1. లోహపుకాడ
2. చట్రము

చల్లారగనే చట్రములో యథాప్రకారము పట్టును.

ప్రయోగము:—పటములో చూపబడినట్టి ఒక లోహపు గోళము, ఉంగరముగల సాధనమును (Gravesends Ball and Ring) తీసికొనవలెను. లోహపు గోళము ఉంగరములో సరిగాదూరి పోగలిగినట్లుండవలెను. గోళమును ఉంగరములో మొదట దూర్చ వచ్చును. గోళమును ఉంగరములో నుండి తప్పించి సారాదీపముతో వేడిచేయవలెను. తరువాత ఆ గోళ మును ఉంగరములోనుండి దూర్చ టకు ప్రయత్నించినచో దూరదు. చల్లారిన తరువాత మరల దూరి పోవును. కనుక ఆ లోహపు గోళము ఉష్ణమువలన ఘనపరిమాణమునందు వ్యాకోచముచెంది చల్లారగనే సంకోచము చెందినదని తెలియును.



౩౫-వ పటము

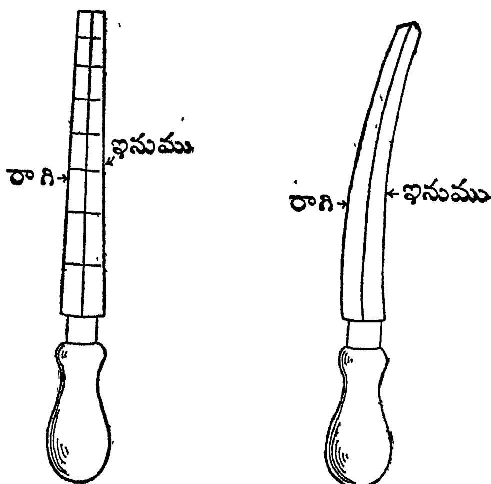
ఉష్ణమువలన పదార్థముల ఘనపరిమాణము హెచ్చునని చూపుట.

1. రింగు
2. గోళము

కనుక ఉష్ణమువలన ఘనపదార్థములు పొడవునందును, వైశాల్యమునందును, ఘనపరిమాణమునందును వ్యాకోచము చెందునని పై ప్రయోగములవలన ఋజువగుచున్నది.

ఘనపదార్థములన్నియు ఉష్ణమువలన ఒకేరీతిగా వ్యాకోచము చెందవు. కొన్ని ఎక్కువగను, కొన్ని తక్కువగను వాని స్వభావమునుబట్టి వ్యాకోచించును. కనుక వేరు వేరు పదార్థములకు వ్యాకోచనాపరిమితులు వేరువేరుగా నుండును.

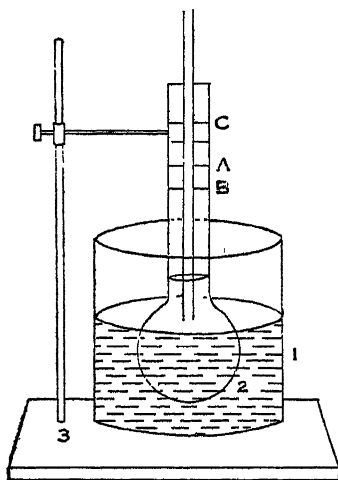
ప్రయోగము :—సమానమందము, సమానపొడవుగల దీర్ఘచతురస్రాకారపు ఇనుపకమ్మిని, రాగికమ్మిని దగ్గరగా జంటచేసి అతికి ఒకపిడిలో అమర్చబడిన సాధనమును పటములో చూపబడినట్టిదానిని తీసికొనవలెను. ఈ జంటకమ్మి మొదట నిట్టనిలువుగా నుండును. దానిని సారాదీపముతో



39-వ పటము వేరువేరు పదార్థములకు వ్యాకోచనా పరిమితులు వేరువేరుగా నుండునని బుజువుపరచుట.

వేడిచేసినచో, మీదను రాగికమ్మి, దాని అడుగున ఇనుప కమ్మి ఉండునట్లుగా ఆ జంటకమ్మి వంగును. రాగికమ్మి, ఇనుపకమ్మికంటె ఎక్కువ పరిమితికి వ్యాకోచించుటవలన ఇనుపకమ్మి క్రిందనుండునట్లుగా జంటకమ్మి వంగును. కనుక ఘనపదార్థములన్నియు ఏకరీతిగా వ్యాకోచము చెందవని ఈ ప్రయోగమువలన తెలియుచున్నది.

ఉష్ణమువలన ద్రవపదార్థములు వ్యాకోచము చెందునని చూపుటకు ప్రయోగము :—ఒక గుండ్రని గాజు ఫ్లాస్కు మూతికి ఒంటిరంధ్రపు బిరడాను బిగువుగా అమర్చి, ఆరంధ్రముగుండా ఒక గాజు గొట్టమును ఫ్లాస్కులోనికి అమర్చవలెను. గాలి బుడగలు లేకుండ ఫ్లాస్కునిండా రంగునీరు పోసి నింపి, గొట్టములో రంగునీటి మట్టమును గుర్తించునట్లుగా గొట్టము చుట్టు ఒక దారమును కట్టవలెను. తరువాత ఆఫ్లాస్కును మెడవరకు, వేడినీటిపాత్రలో దింపి స్టాండుకు అమర్చవలెను. మొదట గాజు ఫ్లాస్కు వ్యాకోచించుటవలన గొట్టములో రంగునీటి మట్టము కొద్దిగా దిగును గాని ఆ రంగునీరు ఉష్ణమును అతివేగముగా గ్రహింపగానే గొట్టములో రంగునీటి మట్టము త్వరగా హెచ్చి పోవును. ఈ ప్రయోగమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో ద్రవమట్టము A నుండి B కి దిగుటను కనిపెట్టవచ్చును.



40-చ పటము. ఉష్ణమువలన ద్రవపదార్థములు వ్యాకోచము చెందునని చూపుట.

1 వేడినీటి పాత్ర
2. గాజు ఫ్లాస్కు.
3. స్టాండు.
A. తొలి నీటిమట్టము.
B. ఫ్లాస్కు వ్యాకోచమువలన దిగిన నీటిమట్టము.
C. నీరు వ్యాకోచించుటవలన హెచ్చిన నీటిమట్టము.

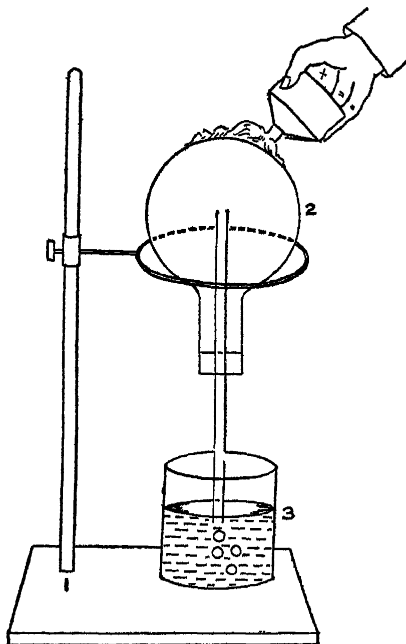
A B పాత్ర వ్యాకోచమును సూచించును. A C దృశ్య వ్యాకోచము. B C నిజవ్యాకోచము. అనగా పాత్ర వ్యాకోచము + దృశ్యవ్యాకోచము = ద్రవముయొక్క నిజ వ్యాకోచము అని తెలియును. దీనివలన ఘనపదార్థములకంటె ద్రవపదార్థములు అధికముగా వ్యాకోచించునని తెలియును.

ఉష్ణమువలన వాయు పదార్థములు వ్యాకోచము చెందునని చూపుటకు ప్రయోగము:—

ఒక ఒంటి రంధ్రపు బిరడా మూతికి గట్టిగా బిగింపబడి దాని గుండా ఒక సన్నని గాజు గొట్టము అమర్చబడిన గాజుఫ్లాస్కును తీసికొని పటములో చూపినరీతిని తల క్రిందులుగా ఒక స్టాండునకు అమర్చవలెను. గాజుగొట్టముయొక్క అడుగు కొన ఒక బీకరులో నీటియందు మునుగుచున్నట్లు అమర్చవలెను. గాజుఫ్లాస్కు పైని సారా దీపముతో వేడిచేయవలెను. వెంటనే గొట్టము చివరనుండి బీకరులోని నీటియందు గాలి బుడగలు వచ్చుటను గమనింపనచ్చును. దానికి కారణము ఫ్లాస్కుయందలి గాలి ఉష్ణమునకు వ్యాకోచించి బుడగలు బుడగలుగా గొట్టముకొననుండి నీటిలోనికి విడువబడును. వేడిచేయుటను మానగానే, ఫ్లాస్కులోని గాలి సంకోచించుట వలన బీకరులోనినీరు గొట్టములోనికెక్కును. కనుక వాయువులు కూడ ఉష్ణమువలన వ్యాకోచించుననియును, చల్లార్చుటవలన సంకోచించుననియును తెలియును.

ఘనపదార్థముల కంటె, ద్రవపదార్థములు, ద్రవ పదార్థముల కంటె వాయుపదార్థములు ఎక్కువగా వ్యాకోచించును; ఘనపదార్థములన్నియు ఒక్కరీతిగా వ్యాకోచించవు.

ఇనుము, గాజు, రాగి వీటియొక్క వ్యాకోచనాపరిమితులు వేరు వేరుగానుండును. అట్లే ద్రవపదార్థములన్నియు ఒక్క



41-వ పటము ఉష్ణమువలన వాయుపదార్థములు వ్యాకోచము చెందునని చూపుట

(1) స్టాండు (2) గాజుఫ్లాస్కు (3) నీటిజీకరు

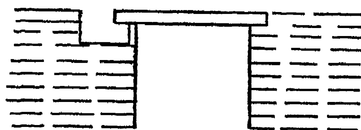
రీతిగా వ్యాకోచించవు. వాటి వ్యాకోచనాపరిమితులు కూడ వేరు వేరుగా నుండును. కాని వాయుపదార్థములన్నియు ఒక్కరీతిగానే వ్యాకోచించును. వాటి వ్యాకోచనాపరిమితులు సమానముగా నుండును.

---

14. ఉష్ణమువలన పదార్థవ్యాకోచము - నిత్యజీవితములో దాని వినియోగము

కఱ్ఱతో చేయబడిన బండిచక్రములకు ఇనుపపట్టాలను అమర్చుటను అందరును చూచియే యుందురు. చక్రము యొక్క చుట్టుకొలతకంటె కొద్దిగా తక్కువ చుట్టుకొలతగల ఇనుపపట్టాచట్రముండును. దానిని కాల్చుదురు. ఉష్ణము వలన అది వ్యాకోచించును. అప్పుడు దానిని కఱ్ఱచక్రమునకు ఎక్కించి చన్నీరు దానిమీద పోయుదురు. అట్లు చల్లార్చుట వలన ఇనుపపట్టాచట్రము సంకోచించి చక్రమును బిగుతుగా పట్టును. వేసవిలో వేడి కది వ్యాకోచించి ఊడిపోవుచుండును. అట్లు ఊడిపోకుండ దానిపై చన్నీరు పోయుచుందురు.

పెద్ద పెద్ద ఇండ్లు కట్టినప్పుడును, వంతెనలు నిర్మించునప్పుడును ఉపయోగించిన దూలముల చివరలందు ఖాళీ



42-వ పటము వంతెన రోలరు బేరింగు.

లుండును. దానివలన వేసవిలో ఉష్ణమున కా దూలములు వ్యాకోచించినను నిరాటంకముగా వానిపొడవు హెచ్చుటకు వీలుండి అవివంగిపోవు. అందువలన కట్టడములకు ప్రమాదము రాదు.

రైలుపట్టాలు వేయుటలో పట్టాకును, పట్టాకును నడుమ కొంత ఖాళీని విడచిపెట్టుదురు. వేసవిలో వేడికిని, రైలు నడచుటవలన రాపిడి వేడికిని పట్టాలు వేడెక్కి వ్యాకోచించును. పట్టాకు, పట్టాకు నడుమ ఖాళీలేనిచో ఆ పట్టాలు ఒకదాని నొకటి త్రోసుకొని మీదకు లేచును. దానివలన రైలుమార్గము సాఫీగా ఉండదు. కనుక రైళ్లు పట్టాలుతప్పి పడిపోవచ్చును. ఇట్టి ప్రమాదములు కొంతవరకు అడ్డుటకు రైలుపట్టాలనడుమ ఖాళీ వదలబడి యుండును.

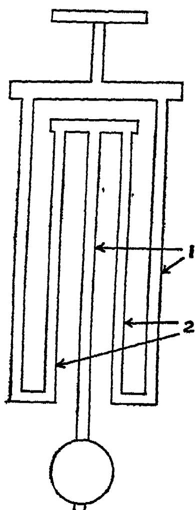


43-వ పటము రైలుపట్టాల నడుమ ఖాళీ.

గాజుసీసాల బిరడాలు, లోహపుడబ్బాల మూతలు, ఫౌంటెన్ పెన్నుల స్క్రూళ్లు బిగిసిపోయినప్పుడు వాటిని మూతుల వద్ద వేడిచేసినచో మూతులు వ్యాకోచించును. కనుక బిరడాలను సులువుగా తీయవచ్చును.

వేసవిలో వేడికి గడియారపు లోలకములు వ్యాకోచించి, పొడవు హెచ్చి, గడియారము మందముగా నడచుచు తప్పుడు టైమును చూపును. అదేవిధముగా శీతకాలములో చల్లదనమునకు గడియారపు లోలకములు సంకోచించి, పొడవుతగ్గి, గడియారము చురుకుగా నడచుచు తప్పుడుటైమును చూపును. కనుక గడియారపు మెల్లప్పుడు సరియైన టైమును చూపుటకు గడియారములలో ప్రతికృతలోలకమును (Compensated - Pendulum) వాడుదురు. ఉష్ణోగ్రతా

భేదములవలన లోలకముయొక్క పొడవు మారకుండా స్థిరముగా యుండుటకు ప్రతికృత లోలకములో ఏర్పా



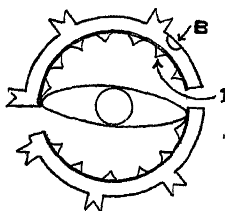
41-వ పటము

ఉష్ణమునకు వేరు వేరు లోహములు వేరు వేరు వ్యాకోచనా పరిమితులను కలిగియుండుట.

1. ఇనుప కడ్డీలు.
2. ఇత్తడి కడ్డీలు.

టుండును. ఉష్ణమునకు వేరు వేరు లోహములు వేరు వేరు వ్యాకోచనా పరిమితులను కలిగియుండు ధర్మము ప్రతికృతలోలక నిర్మాణములో నిమిడి యున్నది. వీనిలో రెండురకముల లోహపుకడ్డీ లుండును. వెలుపలను, మధ్యను గల కడ్డీలు ఇనుముతోను, వాని మధ్యనుండు కడ్డీలు ఇత్తడితోను చేయబడియుండును. ఉష్ణమునకు ఇనుప కడ్డీలు క్రిందకును, ఇత్తడి కడ్డీలు మీదకును వ్యాకోచించునట్లు చట్రములో అమర్చబడియుండును. లోహముల క్రింది వ్యాకోచము, మీది వ్యాకోచము సమముగా నుండునట్లు లోహపుకడ్డీల పొడవులు సరిపెట్టబడి యుండును. అందుచే ఆధారముఃనుండి గోళ కేంద్రమునకు గల దూరము ఎల్లప్పుడు స్థిరముగానుండును. కనుక అట్టి గడియారములు సరియైన వేళలను చూపును. ఈనాడు ఇన్వార్ అనబడు నికెలు ఉక్కుతో చేయబడిన కడ్డీలు ప్రతికృత లోలకములో నుపయోగపడు చున్నవి. ఉష్ణోగ్రతాభేదములకు ఇన్వార్ ఉక్కుకడ్డీల పొడవులో తగిన మార్పుండదు.

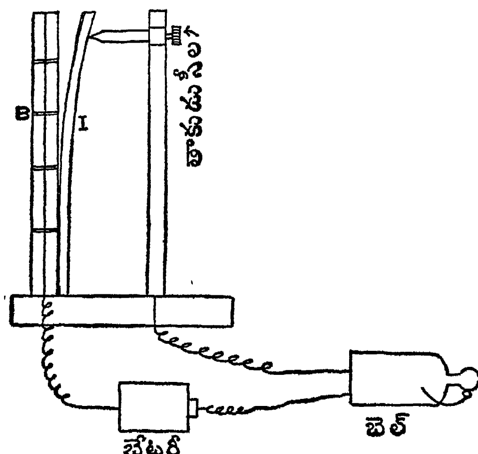
వాచీలయొక్క బ్యాలెన్సు చక్రముయొక్క వ్యాసము ఎల్లప్పుడు మారకుండ స్థిరముగా నుండుటకు లోహముల యొక్క దీర్ఘవ్యాకోచనాభేదము ఉపయోగింపబడినది. లోపల ఇనుము, వెలుపల ఇత్తడిగల సంయుక్త దండముతో బ్యాలెన్సు చక్రము తయారుచేయబడును. ఉష్ణోగ్రత హెచ్చినప్పుడు వెలుపలి ఇత్తడి లోపలి ఇనుముకంటె హెచ్చుగా వ్యాకోచము చెందుటవలన చక్రముయొక్క అర్ధభాగపు కొనలు కేంద్రమువైపునకు వంగి వ్యాసమును స్థిరముగానుంచును. కనుక చక్రపు పండ్లచలనము ఉష్ణోగ్రతాభేదములకు మార్పు చెందక స్థిరముగానుండును.



45-వ పటము గడియారము లందలి బ్యాలెన్సు చక్రము (Balance Wheel)
B ఇత్తడి (Brass)
I ఇనుము (Iron)

అగ్నిప్రమాదమును తెలియజేయు సాధనము (Fire Alarm) లో రాగి, ఇనుము కడ్డీలు ఒకదానితో నొకటి రివిటు చేయబడి ఒక బల్లచెక్కకు నిలువుగా అమర్చబడియుండును. దానిచెంతనే ఆ బల్లచెక్కకు ఇనుపకడ్డీ కెదురుగా ఒక తాకుడుసీలతో కూడిన మరియొక లోహపుకడ్డీ అమర్చబడి యుండును. ఆ రెండుకడ్డీలయొక్క అడుగుకొనలు తీగల ద్వారా బేటరీకిని, విద్యుద్ఘంటకును కలుపబడి యుండును. ఈ సాధనమును అగ్నిప్రమాదము సంభవించుటకు వీలున్న స్థలములలో అమర్చి ఉంచుదురు. గంటను పనివారికి దగ్గరగా నుంచుదురు. అగ్నిప్రమాదము సంభవింపగానే ఉష్ణమువలన రాగి, ఇనుము జంటకడ్డీ వ్యాకోచించి ఇనుపకడ్డీ లోపలకుండునట్లు వంగును. అప్పుడా కడ్డీ తాకుడుసీలను తాకును.

వెంటనే వలయము పూర్తికాబడి విద్యుద్ఘంట కొట్టును. దానివలన అగ్ని ప్రమాదము సూచింపబడును.



46-వ పటము

అగ్ని ప్రమాదమును తెలియజేయు సాధనము. (Fire Alarm)
B. ఇత్తడి I. ఇనుము

ఉష్ణమువలన వ్యాకోచనా పరిమితులు సుమారు సమానమగుటచే గాజులో ప్లాటినపుతీగలను అతుకవచ్చును. కాని వ్యాకోచనాపరిమితులలో తేడా ఉండుటచే గాజులో రాగితీగలను అతుకుటకు వీలుపడదు. అతికినను, చల్లారగానే గాజు చిట్లిపోయి, రాగితీగ ఊడిపోవును.

వేడిగాజుచిమ్నీపై చన్నీటి బిందువు పడినచో ఆ చిమ్నీ పగిలిపోవును. కారణమేమన నీటిబిందువు పడిన చోట గాజులో స్థానిక సంకోచము కలిగి అది పగులును. అట్టి ప్రమాదమును అడ్డుటకు ప్రస్తుతము ఎనీలు చేయబడిన

గాజుతో చిమ్నీలు తయారగుచున్నవి. ఎనీలు చేయబడిన గాజు స్థానికసంకోచమును చెందదు. ఎనీలు చేయుట అనగా ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతలో తయారైన గాజును అతి వేగముగా చల్లారనీయక, మెల్ల మెల్లగా క్రమరీతిని సమానముగా చల్లార్చుట. ద్రవపదార్థములు ఘనపదార్థములకంటె హెచ్చుగా వ్యాకోచించును గనుక నూనెసీసాలను, మందుసీసాలను తగిన ద్రవములతో నింపినప్పుడు మీదను కొంత ఖాళీ విడిచిపెట్టి కార్కుబిగించి సీలుచేయుదురు. లేనిచో వాటియందలి ద్రవములు ఉష్ణమునకు హెచ్చుగా వ్యాకోచించి సీసాలు బ్రద్దలగును. వేసవికాలమందు సోడాబుడ్లను నీటిలో నుంచుదురు. లేనిచో వాటిలోని వాయువు వేడికి వ్యాకోచించి సోడాబుడ్లు పేలిపోవును.

ఉష్ణమువలన ద్రవ, వాయుపదార్థములు వ్యాకోచించు నను ధర్మము నుపయోగించి థర్మామీటర్లు నిర్మింపబడినవి.

---

15. ఉష్ణోగ్రత - ఉష్ణోగ్రతమానములు

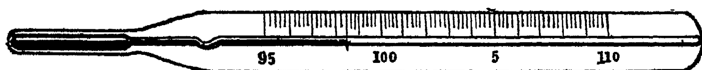
(Temperature - Different Scales)

ఉష్ణమొక శక్తిరూపమనియు, ఉష్ణోగ్రత ఉష్ణఫలిత మనియు తెలుసుకొనియున్నారు. వస్తువులు వేడిగానున్నవో, చల్లగానున్నవో తెలుసుకొనుటకు వాటిని మనచేతితో తాకి మనశరీరఉష్ణముతో సరిపోల్చి చెప్పగలుగుచున్నాము. చల్లని వస్తువులకంటె వేడివస్తువుల ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగా నుండునని చెప్పుదుము. కనుక ఉష్ణోగ్రతవలన వస్తువుల ఉష్ణస్థితి

తెలియును. రెండువస్తువులను చేతితో తాకి ఒకవస్తువు రెండవ వస్తువుకంటె వేడిగానున్నదో, చల్లగానున్నదో చెప్పగలమే గాని అది ఎంతఎక్కువ వేడిగానున్నదో లేక ఎంత తక్కువ చల్లగానున్నదో చెప్పలేము. వేడినీటిలో చేతినిముంచి వెంటనే గోరువెచ్చని నీటిలో ఆ చేతినేముంచి చూచినచో చేతికానీరు చల్లగా దోచును. కాని చన్నీటిలోముంచినచేతికా గోరువెచ్చనినీరే వేడిగా దోచును. కనుక వస్తువుల ఉష్ణస్థితిని సరిగా తెలుసుకొనుటకు తగిన సాధనము థర్మామీటరు లేక ఉష్ణోగ్రతామాపకము. వస్తువుల ఉష్ణోగ్రతను (Temperature) థర్మామీటరు నుపయోగించి డిగ్రీలలో చెప్పుదురు. వస్తువుల ఉష్ణరాశిని కెలొరీలలో కొలిచి చెప్పుదురు. ఒక పదార్థములో ఉష్ణరాశి ఎక్కువగా నుండవచ్చును గాని దాని ఉష్ణోగ్రత తక్కువగా నుండవచ్చును. అదేవిధముగా ఒక పదార్థములో ఉష్ణరాశి తక్కువగా నున్నను దాని ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగా నుండవచ్చును. కనుక రెండుపదార్థములలో ఒకపదార్థము రెండవ పదార్థమునుండి ఉష్ణమును గ్రహించుస్థితిలో నున్నదా లేక రెండవపదార్థమునకు ఉష్ణమునిచ్చివేయు స్థితిలోనున్నదా అను ఉష్ణస్థితి విషయమును థర్మామీటరుతో ఉష్ణోగ్రతలను కొలిచి డిగ్రీలలో తెలుసుకొనవలెను. అది ఎట్లో గమనింపవలెను.

ఉష్ణమువలన ద్రవపదార్థములు వ్యాకోచము చెందును ధర్మము ననుసరించి థర్మామీటరు నిర్మింపబడినది. థర్మామీటరును నిర్మించుటకై ఒకకొనయందు స్థూపాకారపు బల్బు, రెండవకొనయందు గరాటు ఉండునట్లు చేయబడిన పటములో చూపబడినట్టి ఏకరీతి రంధ్రముగల గాజు సూత్కమ

నాళికను తీసుకొనవలెను. గరాటులో పరిశుభ్రమైన పాద రసమును పోయవలెను. సూక్ష్మనాళికయందు గాలి యుండుట చే బల్బులోనికి పాదరసము దిగదు. కనుక బల్బును



47-వ పటము థర్మామీటరు

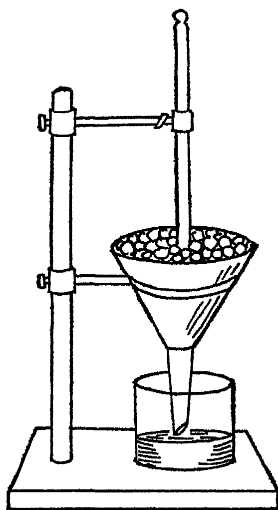
నెమ్మదిగా వేడిచేయవలెను. అప్పుడు సూక్ష్మనాళికయందలి గాలి వ్యాకోచించి గరాటులోనిపాదరసముగుండా గాలి బుడగలుగా పైకిపోవును. తరువాత బల్బును చల్లార్చవలెను. అప్పుడు సూక్ష్మనాళికయందలిగాలి సంకోచించి ఖాళీఏర్పడుటచే గరాటునందలి పాదరసము కొంత బల్బులోనికి దిగును. ఈవిధముగా బల్బును వేడిచేయుచు, చల్లార్చుచు, బల్బుతో సహా సూక్ష్మనాళికా రంధ్రమునంతటిని పాదరసముతో నింపవలెను. తరువాత బల్బును, అందలి పాదరసమును ఆ థర్మామీటరుతో కొలువవలసిన గరిష్ఠ ఉష్ణోగ్రతకంటె ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతకు వేడిచేసి, బల్బునందలి పాదరసమునుండికూడ గాలి పూర్తిగా పైకి పోగానే, గరాటునకు సరిగా దిగువ నున్నచోట బ్లోపైపు జ్వాలతో కరగించి, సూక్ష్మనాళిక లోనికి గాలి చొరకుండ మూసి, గరాటుభాగమును ఛేదించి తీసివేయవలెను.

ఒక వస్తువుయొక్క ఉష్ణస్థితిని ఇంకొక వస్తువుయొక్క ఉష్ణస్థితితో సరిపోల్చియే తెలుసుకొనవలెను. కనుక కొన్ని పదార్థముల ఉష్ణస్థితులను ప్రమాణఉష్ణోగ్రతలుగా నిర్ణయించుకొనవలెను. అట్లు నిర్ణయింపబడిన ఉష్ణోగ్రతలను స్థిర స్థాన

ములు (Fixed Points) అందురు. ప్రతి థర్మామీటరునకును రెండు స్థిరస్థానములుండును. వానిలో ఒకటి ప్రమాణ పీడనములో స్వచ్ఛమైన మంచుగడ్డ కరగెడి ఉష్ణోగ్రత, రెండవది ప్రమాణపీడనములో స్వచ్ఛమైన నీరు మరగెడి ఉష్ణోగ్రత. మంచుగడ్డ కరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను అధోస్థిరస్థానము (Lower Fixed Point) గాను, నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను ఊర్ధ్వస్థిరస్థానముగాను (Upper Fixed Point)గుర్తించుదురు.

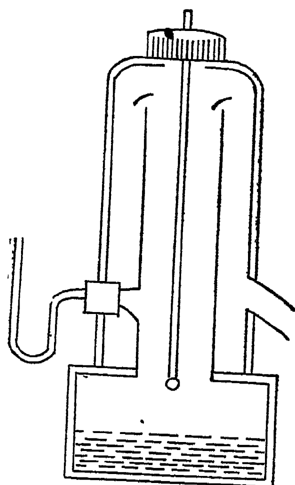
ఫారన్‌హీటు అను విజ్ఞుడు నిర్మించిన థర్మామీటరునందు మాత్రము మంచుగడ్డ, ఉప్పుకలసిన మిశ్రముయొక్క ఉష్ణోగ్రత అధోస్థిరస్థానముగా గుర్తింపబడెను.

థర్మామీటరు యొక్క అధోస్థిరస్థానమును గుర్తించుటకు పటములో చూపిన రీతిని ఒక గాజుగరాటలో మంచుముక్కల మధ్యను థర్మామీటరు యొక్క బల్బును అమర్చవలెను. ఆ విధముగా కొంతసేపు ఉంచినచో థర్మామీటరులో పాదరసము స్థిరముగా నిలచియుండును. ఆ స్థానమును పాదరసమట్టముతో సరిగా గుర్తుపెట్టుదురు. అదే అధోస్థిర స్థానము. అది మంచుగడ్డ కరగెడి ఉష్ణోగ్రతను తెలియజేయును.



48-ఎ పటము
థర్మామీటరుయొక్క అధోస్థిర స్థానము కన్గొనుట

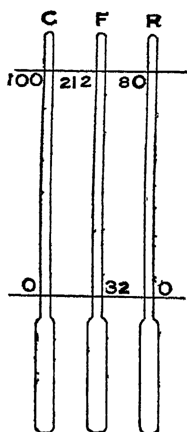
థర్మామీటరుయొక్క ఊర్ధ్వస్థిరస్థానమును గుర్తించుటకు పటములో చూపినట్టి హిప్సామీటరు అను పరికరమును తీసుకొని అందులో నీరు పోసి మరిగించుచు, ఆ నీటి ఆవిరియందు థర్మామీటరు యొక్క బల్బు ఉండునట్లు అమర్చవలెను. థర్మామీటరు నందలి పాదరసమువ్యాకోచించి మీద కెక్కును. సూక్ష్మనాళికలో పాదరసమట్టము స్థిరముగా నున్నచోట గుర్తుపెట్టుదురు. అదేఊర్ధ్వస్థిరస్థానము. అది నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను తెలియజేయును. థర్మామీటరులో ఊర్ధ్వ, అధోస్థిరస్థానములమధ్య భాగమును కొన్ని సమభాగములుగా విభాగింపవలెను.



49-వ పటము. థర్మామీటరు యొక్క ఊర్ధ్వస్థిరస్థానము కనుగొనుట.
హిప్సామీటరు.

ఒకొక్క భాగ మొక డిగ్రీ అనబడును. డిగ్రీలుగా విభాగించుటకు ఫారన్‌హీటు, సెంటిగ్రేడు, రోయిమరు అను మూడు మానములు కలవు. సెంటిగ్రేడుమానములో మంచుగడ్డ కరగెడి ఉష్ణోగ్రత 0°C, నీరుమరిగెడి ఉష్ణోగ్రత 100°c. ఈ రెండు స్థిరాంకముల మధ్యభాగము నూరు సమభాగములుగా విభాగింపబడును. రోయిమరుమానమునందు మంచుగడ్డ కరగెడి ఉష్ణోగ్రత 0°R, నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రత 80°R.

ఆ రెండింటికి మధ్యభాగము 80 సమభాగములుగా విభాగింపబడును. ఫారన్‌హీటు మానములో ఉప్పు, మంచు గడ్డ మిశ్రమము యొక్క ఉష్ణోగ్రత 0°F గను, నీరుమరిగెడి ఉష్ణోగ్రత 212°F గను తీసికొనబడెను. కాని మంచుగడ్డ ఒక్కటే కరగెడి ఉష్ణోగ్రత దీనిలో 32°F. ఈ మానములో మానవుని సహజఉష్ణోగ్రత(Normal Temperature) 98·4°F. దీనిలో మంచుగడ్డ కరగెడి ఉష్ణోగ్రతను తెలియజేయు స్థానమునకును, నీరు మరిగెడి ఉష్ణోగ్రతను తెలియజేయు స్థానమునకును మధ్యగల భాగము 180 సమభాగములుగా విభాగింపబడి యుండును. అదే సెంటిగ్రేడులో 100 సమ భాగములుగను, రోయిమరులో 80 సమ భాగములుగను, విభాగింపబడును. కనుక 180 ఫారన్‌హీటు భాగములు 100 సెంటిగ్రేడు భాగములకును, 80 రోయిమరు భాగములకును సమానమగును. కనుక 1 ఫారన్‌హీటు భాగము 5/9 సెంటిగ్రేడు భాగమునకును, 4/9 రోయిమరు భాగమునకును సమానము. ఫారన్‌హీటు మానములో మంచుగడ్డ కరగెడు ఉష్ణోగ్రత 32° కనుక ఏదైన ఒక ఫారన్‌హీటుడిగ్రీ కొలతను, సెంటి-



50-వ పటము

ఫారన్‌హీటు, సెంటిగ్రేడు, రోయిమరు ఉష్ణతామాపకములు

గ్రేడు మానములోనికి మార్చవలెనన్నచో ఫారన్‌హీటుడిగ్రీ

కొలతనుండి 32 తీసివేసి వచ్చిన సంఖ్యను 5/9 చే గుణించవలెను. అటులనే ఫారన్‌హీటు డిగ్రీకొలతను రోయిమరు మానములోనికి మార్చుటకు ఫారన్‌హీటుడిగ్రీ కొలతనుండి 32 తీసివేసి వచ్చిన సంఖ్యను 4/9 చే గుణించవలెను. ఈ విషయమును ఈ క్రింది సమీకరణము సూచించును.

$$1^\circ C = (F-32)\times\frac{5}{9} = \frac{4}{9}R.$$

ఉదా:—(1) 104°F నకు సరియైన సెంటిగ్రేడు కొలతను, రోయిమరు కొలతను కనుగొనుము.

$$(F-32)\times\frac{5}{9} = C.$$

$$(104-32)\times\frac{5}{9} = \frac{72 \times 5}{9} = 40^\circ C.$$

$$(F-32)\ \frac{4}{9} = R.$$

$$(104-32)\ \frac{4}{9} = \frac{72 \times 4}{9} = 32^\circ R.$$

ఉదా:—(2) 98·6°F నకు సరియైన సెంటిగ్రేడు కొలత ఎంత ?

$$(98{\cdot}6-32)\times\frac{5}{9} = \frac{66{\cdot}6 \times 5}{9} = \frac{333{\cdot}0}{9} = 37^\circ C.$$

ఉదా:—(3) 35°C నకు సరియైన ఫారన్‌హీట్ కొలత ఎంత ?

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

$$F = \frac{9 \times 35}{5} + 32$$

$$= 63 + 32 = \mathbf{95}^\circ F.$$

ఉదా:—(4) −5°C నకు సరియైన ఫారన్‌హీటు కొలతఎంత ?

$$F = \frac{-5\times 9}{5} + 32 = -9 + 32 = 23^\circ F.$$

ఉదా:—(5) ఏ కొలతవద్ద ఫారన్‌హీటుమానము, సెంటిగ్రేడుమానమూ సమానము ?

$$F = c$$

$$c = \frac{c \times 9}{5} + 32$$

$$5c = 9c + 160$$

$$-9c + 5c = 160$$

$$-4c = 160$$

$$\therefore c = \frac{160}{-4} = -40^\circ.$$

$$F = c = -40^\circ.$$

థర్మామీటరుపై డిగ్రీలను గుర్తించుటకు దానిపై మైనమునుపూసి గుర్తులను గుర్తింపవలసినచోట మైనము లేకుండా ఆకురాయితోరాసి, గాజును తినివేయునట్టి హైడ్రో ఫ్లోరికామ్లములో తగుమాత్రము సేపుంచినచో గుర్తులు పడును. హైడ్రోఫ్లోరికామ్లమునకు మైనముపై చర్యలేదు కనుక మైనము లేకుండ ఆకురాయితో రాసినచోట గాజుతినివేయ బడి గుర్తులేర్పడును. వాటిలో రంగుపూసి, అంకెలను గుర్తించుదురు.

వస్తువుల ఉష్ణోగ్రతలను కొలుచుట

వేరువేరు ఉష్ణోగ్రతలు కలిగియున్న రెండు వస్తువులను ఒకదానితో నొకటి తాకునట్లు అమర్చినచో ఆ రెండు వస్తువులయొక్క ఉష్ణోగ్రతలు సమానమగువరకు ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువునుండి ఉష్ణము తక్కువఉష్ణోగ్రతగల వస్తువులోనికి ప్రవహించును. ఇట్టి ధర్మము ననుసరించి థర్మామీటరుతో వస్తువుయొక్క ఉష్ణోగ్రతను కనుగొన

వచ్చును. ఉష్ణోగ్రతను కనుగొనవలసిన వస్తువును తాకునట్లు థర్మామీటరు బల్బును అమర్చవలెను. కొంతకాలమునకు వస్తువునుండి ఉష్ణము థర్మామీటరులోనికి ప్రవహించి, అందులో పాదరసము వ్యాకోచించుటవలన పాదరసమట్టము పెరుగును. పాదరసమట్టముతో సరియగు డిగ్రీల గుర్తును గమనించినచో ఆ డిగ్రీలసంఖ్య ఆ వస్తువుయొక్క ఉష్ణోగ్రతను తెలుపును. థర్మామీటరును వస్తువుసంపర్కములేకుండ తీసివేసినచో అందులో పాదరసమట్టము దిగిపోవును. కనుక వస్తువును తాకియున్నప్పుడే థర్మామీటరునందలి పాదరసమట్టమును గుర్తించి వస్తువుయొక్క ఉష్ణోగ్రత ఎన్ని డిగ్రీలున్నదో తెలుసుకొనవలెను.

ఉష్ణము - స్థితిమార్పు:—ఉష్ణమువలన పదార్థముల స్థితి మారునని తెలిసికొనియున్నారు. మంచుగడ్డను ముక్కలుగా కొట్టి ఒక గాజుబీకరులో వేసి ఆ గాజుబీకరును త్రిపాద స్టాండుపై తీగవలమీద ఉంచవలెను. ఒక సెంటిగ్రేడు థర్మామీటరుయొక్క బల్బు బీకరులో మంచుముక్కలచే చుట్టబడి యుండునట్లు ఆ థర్మామీటరును నిట్టనిలువుగా స్టాండునకు వ్రేలగట్టవలెను. థర్మామీటరులో పాదరసమట్టము 0°C ను సూచించుచు స్థిరముగానుండుటను గమనింతుము. తరువాత బర్నరుతోగాని, సారాదీపముతో గాని బీకరును వేడిచేయవలెను. మంచుముక్కలకు ఉష్ణము తగిలి అవి కరగుచుండును గాని థర్మామీటరులో పాదరసమట్టముమాత్రము హెచ్చకుండ 0°C వద్దనే స్థిరముగా నుండును. 0°C వద్ద మంచుగడ్డ కరగి నీరుగా మారుచుండును. 0°C వద్ద దాని కొసగబడిన ఉష్ణమంతయు

దానిని ఘనస్థితినుండి ద్రవస్థితికి మార్చుటకే వినియోగ పడును గాని థర్మామీటరులో కనబడదు. అది నీటిలో గుప్తమైయుండును. కనుక ఉష్ణోగ్రతమారకుండ 1 గ్రాము మంచుగడ్డను 0°C వద్ద ఘనస్థితినుండి ద్రవస్థితికి మార్చుట కవసరమైన ఉష్ణరాశిని మంచుగడ్డ ద్రవీభవనాంతర్గతోష్ణము (Latent heat of fusion of ice) లేక నీటియొక్క గుప్తోష్ణము (Latent heat of water) అందురు. ఆ ఉష్ణరాశి సుమారు 80 కెలోరీలు. ఉష్ణోగ్రత డిగ్రీలలో కొలువబడును. ఉష్ణరాశి కెలోరీలలో కొలువబడును. 1 గ్రామునీటిని 1°C ఉష్ణోగ్రతలో హెచ్చుచేయుట కవసరమైన ఉష్ణరాశిని ప్రమాణముగా నిర్వచించి దానిని కెలోరీ అందురు.

స్థిరపీడనములో ఒక పదార్థము ఏ స్థిర ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఘనస్థితి నుండి ద్రవస్థితికి మార్పు చెందునో ఆ ఉష్ణోగ్రత ఆ పదార్థముయొక్క ద్రవీభవన స్థానము (Melting point) అనబడును. ద్రవీభవన స్థానమువద్ద పదార్థమున కొసగబడిన ఉష్ణము ఆ పదార్థమును ఘనస్థితినుండి ద్రవస్థితికి మార్చుటకే వినియోగపడును గాని ఉష్ణోగ్రతను హెచ్చు చేయుట కుపయోగపడదు.

బీకరునందలి మంచుముక్కలు పూర్తిగా కరగిపోయి నీరుగా మారగానే థర్మామీటరులో పాదరస మట్టము హెచ్చుటకు ప్రారంభించి మీద కెక్కును. కనుక బీకరులో నీటి ఉష్ణోగ్రత హెచ్చుచున్నదని తెలియును. థర్మామీటరులో పాదరస మట్టము 100°C వరకు హెచ్చి అచ్చట స్థిరముగా ఉండిపోవును. 100°C ఉష్ణోగ్రతవద్ద నీరు మరుగుచు

ఆవిరిగా మారుచుండును. నీరు మరుగుచున్నంతసేపు ఉష్ణోగ్రత హెచ్చకుండ 100°C వద్దనే స్థిరముగా నుండును. నీరు మరుగుచున్నంతసేపు దాని నెంత వేడి చేసినను దాని ఉష్ణోగ్రత 100°C వద్దనే స్థిరపడి యుండును. నీరు మరుగుచున్నప్పుడు నీటి కొసగబడిన ఉష్ణరాశి, ఆ నీటిని ద్రవస్థితినుండి వాయుస్థితికి మార్చుటకే వినియోగపడును. కాని ఉష్ణోగ్రత హెచ్చించుటకు వినియోగపడదు. ఆ ఉష్ణరాశి అంతయు నీటిఆవిరిలో గుప్తమై యుండును కాని ధర్మామీటరులో కనబడదు. కనుక ఉష్ణోగ్రత మారకుండ 1 గ్రాము నీటిని 100°C వద్ద ఆవిరిగా మార్చుట కవసరమైన ఉష్ణరాశిని ఆవిరి అంతర్గతోష్ణము (**Latent heat of Steam**) అందురు. అది సుమారు 540 కెలోరీలు.

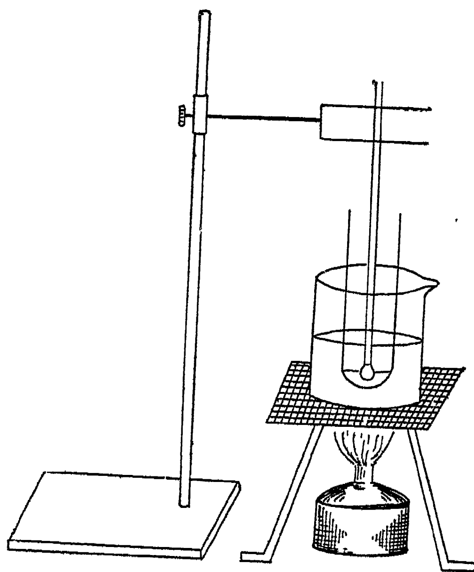
స్థిరపీడనములో ఒకపదార్థము ఏ స్థిరఉష్ణోగ్రతవద్ద ద్రవస్థితినుండి వాయుస్థితికి మార్పు చెందునో ఆ ఉష్ణోగ్రత ఆ పదార్థముయొక్క బాష్పీభవన స్థానము (**Boiling point**) అనబడును. బాష్పీభవన స్థానమువద్ద పదార్థమున కొసగబడిన ఉష్ణము ఆ పదార్థమును ద్రవస్థితినుండి వాయుస్థితికి మార్చుటకే వినియోగపడును గాని ఉష్ణోగ్రతను హెచ్చు చేయుటకు వినియోగపడదు. కనుక స్థితి మార్పు జరుగు చున్నంతసేపు ఉష్ణోగ్రత మారకుండ స్థిరముగానే యుండును.

వేరు వేరు ఘనపదార్థములకు వేరు వేరు ద్రవీభవన స్థానములుండును. అట్లే వేరువేరు ద్రవపదార్థములకు వేరువేరు బాష్పీభవన స్థానము లుండును. ఒక ఘనపదార్థము వేడి చేయబడుచున్నప్పుడు ద్రవీభవనస్థానమువద్ద దాని ఉష్ణోగ్రత

మారకుండ స్థిరముగా నుండునను ధర్మము ననుసరించి పదార్థముల ద్రవీభవనస్థానములను నిర్ణయింప వచ్చును.

పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవన స్థానమును నిర్ణయించుటకు ప్రయోగము:—

సూక్ష్మరంధ్రపు గాజునాళమును (Capillary tube) సుమారు 10 అంగుళములు పొడవుగల ముక్కను తీసికొన



51-వ పటము పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవనస్థానమును గుర్తించుట.

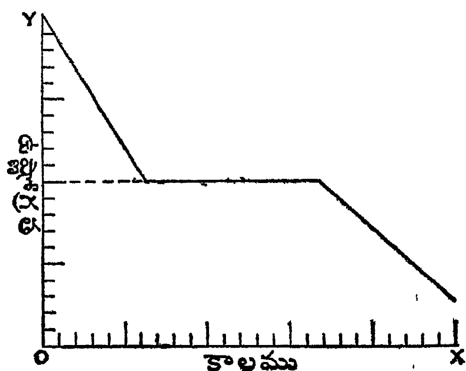
వలెను. పేరఫిన్ మైనమును ఒక పాత్రలో కరగించి సూక్ష్మ నాళముయొక్క ఒక కొనను అందులోపెట్టి కొంత మైనమును దానిలోనికి ఎక్కించ వలెను. మైనము గల ఈ సూక్ష్మ

నాళమును ఒక ధర్మామీటరునకు, బల్బునకు దగ్గరగా పదార్థ ముండునట్లు, జతచేసి బీకరులో నీటియందు స్టాండు నుండి వ్రేలగట్టవలెను. బీకరును త్రిపాదిస్టాండుపై తీగవల మీద పెట్టి సారాదీపముతో వేడిచేయుచు, బీకరులో నీటిని కలుపుడు కాడతో కలుపుచుండవలెను. మైనము పారదర్శక ముగా (Transparent) మారుటకు మొదలిడినప్పుడు ధర్మా మీటరులో ఉష్ణోగ్రతను గుర్తించవలెను. వేడిచేయుటమాని, మైనము కాంతినిరోధకముగా (Opaque) మారుటకు మొద లిడినప్పుడు ధర్మామీటరులో ఉష్ణోగ్రతను తిరిగి గుర్తించ వలెను. ఈ రెండు ఉష్ణోగ్రతలయొక్క సరాసరి ఉష్ణోగ్రత పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవనస్థానముగా తీసికొనవలెను.

శీతలరేఖా పద్ధతిని పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవనస్థానమును కనుగొనుట

ప్రయోగము:—ఒక శోధననాళికలో పేరఫిన్ మైనము ముక్కలనువేసి, దానిమూతికి రెండు రంధ్రములుగల బిరడానుబిగించి ఒక రంధ్రముగుండా సెంటిగ్రేడు ధర్మా మీటరును పేరఫిన్ మైనములోనికి బల్బు దిగునట్లు అమర్చ వలెను. త్రిపాదిస్టాండుపై తీగవలమీద నీరుగల బీకరును పెట్టి, శోధననాళికలో పేరఫిన్ మైనముయొక్క ఎత్తుకంటె బీకరులో నీటిమట్టము ఎక్కువగానుండునట్లు శోధననాళికను బీకరులో నీటిలోనికి దింపవలెను. శోధననాళికను స్టాండునకు బిగించవలెను. బీకరులో నీటిని సారాదీపముతో మెల్లగా వేడిచేయుచు నీటిని కలుపుడుపుల్లతో కలుపుచుండవలెను. శోధననాళికలోని పేరఫిన్ మైనమంతయు పూర్తిగా కరగిన

తరువాత శోధననాళికను బీకరునుండి తీసి మైనమును చల్లార నివ్వవలెను. ఆపుగడియారము నుపయోగించి ప్రతి అరనిమిష మునకును పేరఫిన్ మైనముయొక్క ఉష్ణోగ్రతను గుర్తింప వలెను. 40°C వచ్చువరకు ఉష్ణోగ్రతలను గుర్తించిన చాలును. కాలమును X– అక్షముమీదను, ఉష్ణోగ్రతను Y– అక్షముమీదను తీసికొని, పై ప్రయోగపు ఫలితముల నుపయోగించి ఒక గ్రాఫును గీయవలెను. ఈ గ్రాఫులో గీయ



52–వ పటము. శీతలరేఖాపటము

ఈ పద్ధతిని పేరఫిన్ మైనముయొక్క ద్రవీభవనస్థానమును కన్గొనుట.

బడిన శీతలరేఖలో ఒక నియమిత ఉష్ణోగ్రతవద్ద X – అక్షకు సమానాంతరముగా నుండును. మైనము చల్లారునప్పుడు దాని ఉష్ణోగ్రత కొంతవరకు క్రమముగ తగ్గి, అది ఘనీభవించు చుండినంతకాలము స్థిరముగనుండును. స్థిరమైన ఆ ఉష్ణోగ్రతనే గ్రాఫునందు X – అక్షకు సమానాంతరముగ నున్న భాగము సూచించును. ఆ ఉష్ణోగ్రతయే పేరఫిన్ మైనము యొక్క ద్రవీభవనస్థానము.

16. ఉష్ణప్రేషణము (Transmission of heat)

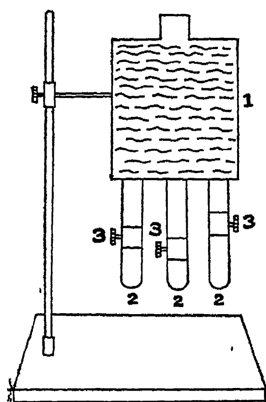
ఎత్తునుండి పల్లమునకు నీరెట్లు ప్రవహించునో అట్లే ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువునుండి తక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువులోనికి ఉష్ణము ప్రవహించును. ఒకచోటునుండి మరియొకచోటునకు ఉష్ణము ప్రవహించుటను ఉష్ణప్రేషణము (Transmission of heat) అందురు.

ఒక రాగికాడయొక్క ఒక కొనను నిప్పులోపెట్టి, రెండవ కొనను చేతితో పట్టుకున్నచో కొంతసేపటికి చేతికి వేడి తగులును. నిప్పులోపెట్టిన రాగికాడయొక్క కొననుండి చేతితోపట్టినకొనకు ఉష్ణము ప్రవహించినది. అది ఏవిధముగా జరిగినదో గమనింపవలెను ఒకచోటగల ఇటుకల కుప్పలో నుండి ఇటుకలను వేరొకచోటుకు చేర్చుటకు కొందరు కూలీలు ఒకరితరువాత ఒకరు వరుసగా నిలబడి ఒకరికొకరు ఇటుకలను అందించుకొనుచుందురు. కూలీలు తమస్థానములను విడువకుండగనే ఇటుకలను ఒకచోటునుండి వేరొక చోటునకు చేర్చుదురు. అదేవిధముగా రాగికాడలో ఒక కొననుండి ఉష్ణము రెండవకొనకు చేరును. ప్రతివస్తువు అణువుల సముదాయమని తెలిసినవిషయమే. రాగికాడలో అణువులు తమస్థానములను విడువకుండ ఉష్ణమునుమాత్రము ప్రక్క అణువులకు అందిచ్చుచు ప్రవహింపజేయును. ఈ విధముగా ఒకవస్తువులో అణువులు చలించకుండ ఒకదాని కొకటి ఉష్ణమునందజేయుచు ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల స్థానమునుండి తక్కువ ఉష్ణోగ్రతగల స్థానమునకు ఉష్ణమును జేర్చువిధాన

మునకు ఉష్ణవాహనము (Conduction) అనిపేరు. ఘన పదార్థములందు ఉష్ణప్రేషణము, ఉష్ణవాహన పద్ధతిని జరుగును.

ఘనపదార్థములన్నిటిలోను ఉష్ణవాహనము ఒక్క రీతిగా నుండదు. వేరువేరుగా నుండునని ప్రయోగపూర్వకముగా నిరూపించవచ్చును.

ప్రయోగము :—పటములో చూపినట్టి ఎడ్సనుసామగ్రిని తీసుకొనవలెను. సమానపొడవు, మందముగల మూడు వేరు వేరు పదార్థపు కడ్డీలు (సమాన దూరములో) నిట్టనిలువుగా ఒక లోహపు డబ్బాకు అడుగున అతుకబడియుండును. ఒక్కొక్క కడ్డీమీద జరిగెడి ఒక్కొక్క లోహపు రింగుసూచిక యుండును. డబ్బా అడుగున సూచికలు ఆని యుండగా కడ్డీలకు పలుచని పూతగా మైనము కరగించి పూయవలెను. కొంతసేపటికి మైనము గట్టిపడి సూచికలను జారకుండ పట్టియుంచును. అప్పుడు డబ్బా నిండా మరుగుచున్న నీరు పోయవలెను. కడ్డీలు ఉష్ణవాహకము లగుటచే ఉష్ణము వాటిగుండా ప్రవహించి కడ్డీలపై పూసిన మైనము కరగి సూచికలు క్రిందకు దిగజారి మైనముయొక్క

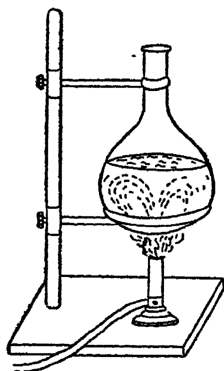


53-వ పటము.
ఎడ్సనుసామగ్రి.
1. లోహపు డబ్బా.
2. లోహపు కాడలు.
3. రింగుసూచికలు.

ద్రవీభవన స్థానమువద్ద స్థిరముగ నిలచును. సూచికలు క్రిందకు దిగజారిన దూరము కడ్డీలయొక్క ఉష్ణవాహకశక్తినిబట్టి యుండును. కడ్డీలలో ఒకటి ఇత్తడి, ఒకటి ఇనుము, ఒకటి రాగి అయినచో వాటి సాపేక్ష ఉష్ణవాహక శక్తులను (Relative conductivities) బట్టి రింగుసూచిక దిగజారిన దూరములుండును. రాగికాడమీద ఎక్కువదూరము దిగజారును. ఇత్తడిమీద అంతకంటె తక్కువదూరమును, ఇనుప కడ్డీమీద రాగి, ఇత్తడి కడ్డీలకంటె తక్కువదూరమును రింగు సూచికలు దిగజారును. కనుక రాగియొక్క ఉష్ణవాహకశక్తి ఇత్తడికంటె ఎక్కువనియు, ఇత్తడియొక్క ఉష్ణవాహకశక్తి ఇనుముకంటె ఎక్కువనియు తెలియును. ఉష్ణమును బాగుగా వాహనమొనర్పగలిగిన పదార్థములను, ఉత్తమ ఉష్ణవాహకములు (Good conductors of heat) అందురు. లోహములన్నియు ఉత్తమ ఉష్ణవాహకములు. అందులో వెండి, రాగి అత్యుత్తమ ఉష్ణవాహకములు. కనుకనే వంటపాత్రలను, నీటికాగులను రాగితో చేయుదురు. గాజు, కఱ్ఱ, గుడ్డ, రాతినార వంటి పదార్థములు ఉష్ణమును బాగుగా వాహన మొనర్పవు. కనుక అవి అధమ ఉష్ణవాహకములు (Bad conductors of heat) అనబడును. నిత్యజీవితములో ఉష్ణవాహనమును అడ్డుటకు అధమ ఉష్ణవాహకములను ఉపయోగింతురు. మరుగుచున్న నీరుగలగిన్నెనుగుడ్డతో పట్టుకొందురు. మంచుగడ్డను కరగకుండా ఉంచుటకు రంపపుపొట్టులో ఉంచుదురు. నీటిఆవిరిగొట్టములకు రాతినారను చుట్టుదురు. లోహేతరములు, గాలి అధమ ఉష్ణవాహకములు. శీతకాలములో శరీరమునుండి వేడి పైకిపోకుండ ఉన్నిదుస్తులను

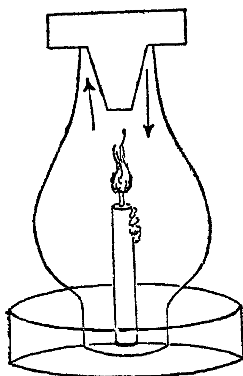
ధరించుదురు. నీరుకూడ అధమ ఉష్ణవాహకమే. శూన్య ప్రదేశము అనుష్ణవాహకము (Non conductor of heat).

పటములో రీతిని ఒక గాజుఫ్లాస్కులో కొంతవరకు నీరు పోసి తీగవలపై స్టాండునకు అమర్చవలెను. ఫ్లాస్కునందలి నీటిలో పొటాసియమ్ పెర్మాంగనేటు స్ఫటికమును వేసి గాజు ఫ్లాస్కును వేడి చేయవలెను. రంగునీరు ఫ్లాస్కు అడుగు భాగమునుండి మీాదకు పోయి, మీాద నున్న నీరు క్రిందకు దిగుటను గమనింపవచ్చును. ఫ్లాస్కు గ్రహించిన ఉష్ణమును అడుగున నున్న నీటి అణువులు గ్రహించి వ్యాకోచించును. దానివలన వాటి సాంద్రత తగ్గి మీాదకు పోవును. మీాద నున్న నీటి అణువుల సాంద్రత హెచ్చుగా నుండుటచే అవి క్రిందకు దిగి వేడిని గ్రహించి మరల పైకి పోవును. ఈ విధముగా సాంద్రతాభేదము కలిగి అణువులు చలించుటవలన పాత్రలో నీరంతయు వేడెక్కును. ఒక ఇటుకల కుప్పను ఒకచోటనుండి వేరొకచోటునకు చేర్చవలెనన్నచో కొంతమంది కూలీలను నియమించగా వారిలో ప్రతి ఒక్కరు ఒకొక్క ఇటుకను తీసుకొనిపోయి వేరొకచోట చేర్చ వచ్చును. అదే విధముగా అణువుల చలనమువలన ఉష్ణము ఒకచోటి నుండి వేరొకచోటికి తీసికొనిపోబడవచ్చును. ఒక పదార్థములో సాంద్రతాభేదము కలిగి అణువుల చలనము



54–వ పటము
ఉష్ణసంవహనము

వలన ఉష్ణప్రేషణము జరుగుటకు ఉష్ణసంవహన మని పేరు. ద్రవ పదార్థములలోను, వాయు పదార్థములలోను ఉష్ణప్రేషణము సంవహనము (Convection) వలన జరుగును.



55-వ పటము
దీపము వెలుగుటకు ఆక్సిజను అవసరమని నిరూపించుట.

ఒక క్రొవ్వొవత్తిని వెలిగించి పటములో చూపిన రీతిని ఒక గాజు తొట్టెలో నిలబెట్టి గాజు తొట్టెలో కొంత వరకు నీరు పోయవలెను. వెలుగుచున్న క్రొవ్వొవత్తిపై ఒక గాజు చిమ్నీని అమర్చవలెను. కొంతసేపటికి క్రొవ్వొవత్తి దీపము క్రమక్రమముగా సన్నగిల్లుచు చివరకు ఆరిపోవును. దీపము వెలుగుటకు గాలిలో ఆక్సిజను కావలెను. చిమ్నీయందలి గాలిలో ఆక్సిజను ఖర్చయిపోగానే క్రొవ్వొవత్తి ఆరిపోవును. పైనున్న గాలి చిమ్నీలోనికి ప్రవేసించుటకు వీలులేదు. అప్పుడు చిమ్నీ పైకితీసి, క్రొవ్వొవత్తిని వెలిగించి, చిమ్నీపై T ఆకారపు రేకును అమర్చి, తిరిగి క్రొవ్వొవత్తి దీపముపై అమర్చవలెను. అప్పుడు దీపము ఆరిపోదు. దానికి కారణమేమన చిమ్నీపై T ఆకారపు రేకును అమర్చుటవలన ఉష్ణసంవహన ప్రవాహము లేర్పడి, లోపల గల తేలికైన గాలి పైకిపోవుచు ఆక్సిజనుగల బరువైన పైనున్న గాలి చిమ్నీలోనికి పోవుచుండును.

మనము నివసించు ఇండ్లలో వెంటిలేటర్లు ఉండుట వలన మనము విడచు తేలికైనవేడిగాలి పైకిపోయి బరువైన

చల్లని మంచిగాలి లోపలకు వచ్చుటకు వీలుండును. గాలిలో సంవహనప్రవాహము ఉండుటచే ఋతుపవనములు ఏర్పడుచుండును. ఉష్ణసంవహన ప్రవాహమువలన శీతలదేశములలో ఇండ్లకు వెచ్చదనమును కలుగజేయుదురు. భూమికి సుమారు తొమ్మిదికోట్లమైళ్ళ దూరమందున్న సూర్యునినుండి ఉష్ణము సదా చేరుచున్నది. సుమారు 100–150 మైళ్ళ ఎత్తువరకే వాతావరణమున్నది. అటుపైని వాయుశూన్యమే. కనుక సూర్యునినుండి ఉష్ణము భూమిని చేరుటలో ద్రవ్యయానము యొక్క ప్రసక్తిలేదని చెప్పవచ్చును. ఉష్ణవాహనమునకును, ఉష్ణసంవహనమునకును ద్రవ్యయానము అవసరమని తెలుసుకొని యున్నాము. కాని ద్రవ్యయానముయొక్క ప్రసక్తి లేకుండగనే సూర్యునినుండి ఉష్ణము భూమికి చేరుచున్నది. ఈ విధముగా ఒకచోటినుండి మరియొక చోటునకు ద్రవ్యయానముయొక్క ప్రసక్తి లేకుండా ఉష్ణశక్తి ప్రసరించుటకు ఉష్ణవికిరణము (Radiation) అనిపేరు.

ఉష్ణవికిరణములో ఉష్ణశక్తి కిరణముల (Rays) రూపమున ప్రసరించును. ఉష్ణకిరణములుకూడ కాంతికిరణముల వలెనే ఋజుమార్గమున (సరళరేఖలలో) ప్రయాణము చేయును. వీనివేగము సెకండునకు సుమారు 18600 మైళ్ళు. ఇట్లు అత్యధిక వేగముతో ఉష్ణకిరణములు ప్రయాణమును సాగించుట చేతనే సుమారు తొమ్మిదికోట్లమైళ్ళ దూరములోనున్న సూర్యునినుండి బయలుదేరిన ఉష్ణకిరణములు సుమారు తొమ్మిది నిమిషములలో భూమిని చేరును. ఈ ఉష్ణకిరణములు మధ్యనున్న యానమును తగినంత వేడి చేయకుండగనే అధిక ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువునుండి....అల్ప

ఉష్ణోగ్రతగల వస్తువునకు చేరుకొనును. అధిక ఉష్ణోగ్రతయుం డున్న ప్రతివస్తువు వికిరణపద్ధతిని ఉష్ణప్రేషణమును గావించు చుండును. ఉష్ణమును వికిరణ మొనర్చుటలో నలుపువస్తువు లకు తెలుపువస్తువులకన్న ఎక్కువ సామర్థ్యము గలదు.

---

17. కాంతి (Light)

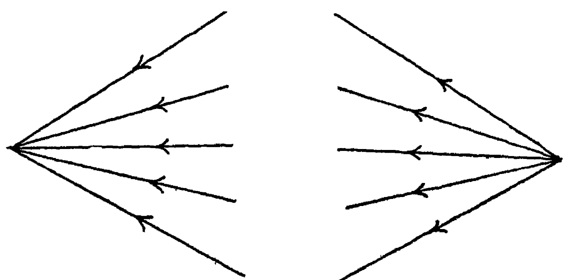
కాంతి:—చీకటిలో వస్తువులను కంటితో చూడలేము. చీకటిలో వస్తువులను కంటితో చూడగలుగుటకు దీప ముండవలెను. దీపమునుండి కాంతికిరణములు వస్తువులపై పడి, చెదరి, కంటిలోనికి ప్రవేశించి దృష్టి జ్ఞానమును కలుగ జేయును. కనుక కాంతిని దృష్టిజ్ఞానమును కలుగజేయు శక్తి రూపమనిచెప్పవలెను. ఏదైన ఒక పదార్థమును తగినంత ఉష్ణోగ్రతకు వేడిచేసినచో అది శీతోష్ణముగా వేడెక్కి కాంతినిచ్చును. మనకు వేడిని, వెలుతురును ప్రసాదించు ఆదిశక్తి సూర్యుడు. సూర్యుడు, నక్షత్రములు, శీతోష్ణ ముగా వెలిగి కాంతినిచ్చు విద్యుత్తు ఫిలమెంటు దీపములు, క్రొవ్వువత్తి దీపములు మొదలైన కాంతిజనకములు స్వయం ప్రకాశవంతములు (Luminous bodies) అనబడును. స్వయం ప్రకాశవంతపు కాంతిజనకములనుండి వెలువడిన వెలుగు కిరణములు తమపై పడి చెదరుటవలన కంటికి కనబడు వస్తువులు కాంతి విహీనములు (Non - Luminous bodies) అనబడును. కనుక కాంతివిహీనపు వస్తువులు చీకటిలో కంటికి కనబడవు. అవి కనబడుటకు వెలుగు కిరణము లవసరము. శూన్యవకాశము (Empty Space) గుండా వెలుగు

కిరణములు సెకండునకు 186,000 మైళ్ళ వేగముతో పయనించును.

పారదర్శక, అపారదర్శక యానములు
(Transparent and opaque media)

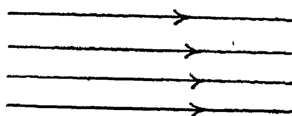
వెలుతురులో కంటి కెదురుగానున్న వస్తువులు కనబడును. కంటి కడ్డుగా పరిశుభ్రమైన ఒక గాజుపలకను పెట్టి చూచినను వస్తువులు కనబడును. నీటిలో వస్తువులు కనబడును. గాలిలో వస్తువులు కనబడును. మైకారేకుగుండా చూచినను వస్తువులు కనబడును. వస్తువులపై పడి చెదరిన కాంతి కిరణములు గాజు, నీరు, గాలి, మైకావంటి యానములగుండా పోయి కంటిలో పడుటవలన అవి కంటి కడ్డుగానున్నను వస్తువులు కనబడును. కనుక కాంతికిరణములను తమగుండా పోనిచ్చెడి గాజు, నీరు, గాలి, మైకావంటి యానములు పారదర్శక యానములు లేక కిరణభేద్యపు యానములు అనబడును. కంటి కడ్డుగా ఒక బల్లచెక్కను గాని, ఇనుపరేకునుగాని, రబ్బరుగుడ్డనుగాని పెట్టినచో వెలుతురున్నను వస్తువులు కనబడవు. వాటిగుండా కాంతి కిరణములు పోలేవు. కాంతి కిరణములను తమగుండా పోనివ్వక అడ్డెడి యానములు అపారదర్శక యానములు లేక కాంతి నిరోధకములు (Opaque media) అనబడును. గరుకుగాజు (Ground glass), ఉల్లిపొర కాగితము (Tissue-paper), నూనెకాగితము వంటివి కాంతికిరణములను తమ గుండా పూర్తిగా పోనివ్వక కొంతభాగమునే పోనిచ్చును. అట్టివాటిని అర్ధపారదర్శకయానములు (Translucent media) అందురు.

అపరిమితమైన వేగముతో పయనించుచున్న అణువులతో కాంతి కూడియుండునని న్యూటన్ మొదలైన విజ్ఞుల అభిప్రాయము. కాంతిజనకమునుండి అనేక అణువులు నిరంతరముగా అన్ని దిశలకు వెలువడుచుండునని వారి నమ్మకము. ఆ కాంతిఅణువులు కంటిలోనికి చొరబడుటవలన దృష్టిజ్ఞానము కలుగును. ఆ కాంతిఅణువులు అపరిమితమైన వేగముతో పయనించు చుండుటచే అవి ఋజుమార్గమును పట్టును. కనుక ఏకతత్వపు పారదర్శకయానములో కాంతి సుమారు సరళరేఖలలో పయనించునని ప్రథమములో కాంతినిగూర్చి విజ్ఞులు తెలుసుకొనిరి.



56–వ పటము కిరణజాలము

వ్యాపక కిరణపుంజము (Divergent Pencil) — కేంద్రీకరణ కిరణపుంజము (Convergent Pencil)

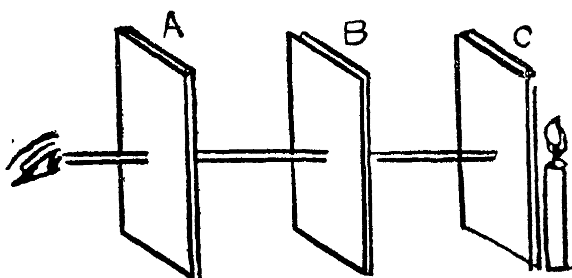


సమానాంతర కిరణపుంజము (Parallel pencil)

ఏదేని ఏకతత్వపు యానములో కాంతి పయనించు మార్గమును సూచించు సరళరేఖను కాంతికిరణ మందురు.

ఒక కాంతికిరణమును వేరుచేసి రాబట్టుట అసాధ్యము. కనుక సన్నని ఒక కిరణసమూహమును పొందవచ్చును. అట్టి కిరణ సమూహమును కిరణపుంజము లేక కిరణజాలము అందురు. కిరణపుంజములో కిరణములన్నియు ఒక బిందువు వద్దకు కేంద్రీకరించుచున్నచో దానిని కేంద్రీకరణ కిరణ పుంజము (Convergent pencil) అందురు. కిరణపుంజములో కిరణములు ఒక బిందువునుండి వ్యాపించుచున్నచో దానిని వ్యాపక కిరణపుంజము (Divergent Pencil) అందురు. కిరణ పుంజములో కిరణములు సమానాంతరముగా నున్నచో దానిని సమానాంతర కిరణపుంజ మందురు.

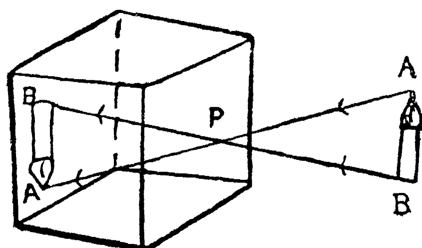
కాంతి ఋజుమార్గవర్తిని అని చూపుటకు ప్రయోగము:- పటములో చూపబడినట్లు ఒక్కొక్కదానికి కొకసూక్ష్మరంధ్రము గల A, B, C అను మూడు అట్టతెరలను, మూడు సూక్ష్మ



57-వ పటము కాంతి ఋజుమార్గవర్తిని అని నిరూపించుట.

రంధ్రములు ఒకే సరళరేఖలో ఉండునట్లు అమర్చవలెను. 'C' అను అట్టవెనుకవైపున సూక్ష్మరంధ్రమువద్ద ఒక క్రొవ్వొత్తి దీపమును అమర్చి 'A' అను అట్టయొక్క వెనుకవైపున

సూక్ష్మరంధ్రమువద్ద కన్నుపెట్టి చూచినచో క్రొవ్వువత్తి దీపపు వెలుగు కనబడును. మూడు అట్టతెరలలోను ఏ ఒక్క దాని సూక్ష్మరంధ్రమునైనను సరళరేఖ మార్గమునుండి తప్పించునట్లు కదల్చినచో దీపపువెలుగు కనబడదు. కనుక ఈ ప్రయోగమువలన కాంతి సరళరేఖలలో పయనించునని ఋజువగును. ఒక వస్తువుయొక్క నీడ (Shadow) ఆవస్తువునే పోలిన ఆకారమును కలిగియుండును. మనిషియొక్క నీడ మనిషి ఆకారమే. కాంతి సరళరేఖలలో పయనించునన్న విషయము ననుసరించియే వస్తువును పోలిన ఆకారముగల నీడలు కలుగు చున్నవి. పిన్‌హోలు కేమేరాలో వస్తువుయొక్క బింబము తలక్రిందులుగా ఏర్పడుటకుగూడ కారణము కాంతి సరళ రేఖలలో పయనించుటే. పిన్‌హోలు కెమేరాయనునది ఒక దీర్ఘ చతురస్రాకారపు కట్టపెట్టె. దీనిముందరి తలమునకుమధ్య P అను ఒక సూక్ష్మరంధ్రము సూదిమొనంత ఉండి దాని కెదురుగా లోపల ఒక గరుకు గాజుతెర



58-వ పటము పిన్‌హోల్ కెమేరా

అమర్చబడి యుండును. దాని ముందర ఒక క్రొవ్వువత్తి దీప మును అమర్చినచో క్రొవ్వువత్తిదీపముయొక్క తలక్రిందులైన బింబము తెరమీద ఏర్పడును. కనుక కాంతికిరణములు సరళ రేఖలలోనే పయనించుటవలన బింబము తలక్రిందులుగా ఏర్పడును.

---

18. ప్రకాశ పరావర్తనము

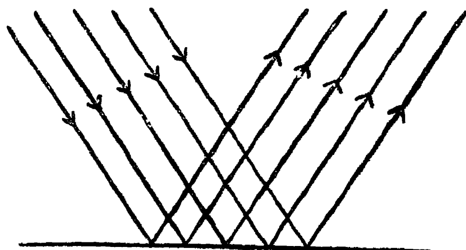
అధిక వేగముతో పయనించుచున్న కాంతికిరణములు అపారదర్శక పదార్థములపై పడినప్పుడు ఏమిజరుగును ?

ఒక రబ్బరుబంతిని నేలకువేసి కొట్టినచో అది మీదకు త్రుళ్లి మనవైపునకే వచ్చును. ఆ బంతినే గోడకేసి కొట్టినచో గోడకుతగిలి మనవైపునకే తిరిగివచ్చును. అనగా గాలిలో ప్రయాణముచేయుచున్న బంతి గోడకుతగిలి తిరిగి గాలిలోనికే మరలివచ్చును. అదేవిధముగా ఏదో ఒకయానములో ప్రయాణముచేయుచున్న కాంతి మరియొక యానక తలముపై పడినప్పుడు కొంతభాగము తొలియానములోనికి మరలించి పంపబడును. ఇట్టిక్రియను ప్రకాశపరావర్తన మందురు.

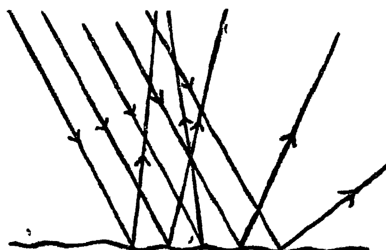
ఒక గదిలో దీపమును వెలిగించినప్పుడు దీపమునుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణములు గోడమీదపడి పరావర్తనము చెందును. కాంతి కిరణములను పరావర్తన మొందించు తలమును పరావర్తనతలమందురు. పరావర్తనతలముపై పడిన కిరణమును పతనకిరణము (Incident Ray) అందుము. పరావర్తనతలముపై పడి వెనుకకు మరలివచ్చిన కిరణమును పరావర్తనకిరణము (Reflected Ray) అందుము. పరావర్తన తలముపై ఏబిందువువద్ద కిరణము పడునో ఆ బిందువును పతనబిందువు అందురు.

క్రమ, అక్రమ పరావర్తనములు:—నున్నగా మెరుగు పెట్టబడిన తలముపై పడిన కాంతికిరణములు క్రమబద్ధముగ

అనగా కొన్ని సూత్రముల ననుసరించి పరావర్తనము చెందును. అప్పుడు బింబము బాగాఏర్పడి కనబడును. సూత్రప్రాయముగా జరుగు పరావర్తనమును క్రమపరావర్తనము అందురు. దర్పణములు, మెరుగుపెట్టబడిన లోహపుతలములు క్రమ పరావర్తన మొనరించును. క్రమపరావర్తన మొనర్చ గలిగిన సమతలపు మెరుగుతలమును సమతల దర్పణము (Plane-Mirror) అందురు. కళాయి చేయబడి, మెరుగుపెట్టబడిన సమతలపు గాజుతలము ప్రశస్తమైన సమతల దర్పణమగును.



59-వ పటము క్రమ పరావర్తనము (Regular Reflection)



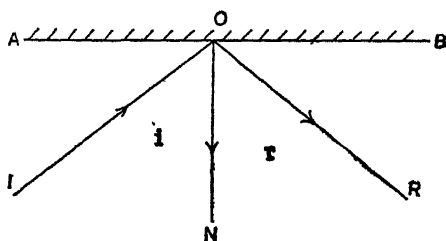
60-వ పటము అక్రమ పరావర్తనము (Irregular Reflection)

గరుకు తలముపై పడిన కాంతికిరణములు సూత్రాను సారముగా పరావర్తనము చెందవు. అవి అన్నిదిశలకు చెదర

గొట్టబడును. అట్టి పరావర్తనమును అక్రమ పరావర్తన మందురు. అక్రమపరావర్తనమువలన బింబము స్పష్టముగా ఏర్పడును. ధూళికణములు, గోడ, కాగితము మొదలైన వాని తలములు కాంతికిరణములను అక్రమపరావర్తన మొనర్చును.

పరావర్తన సూత్రములు (Laws of Reflection)

పటములో చూపబడినట్లు A B పరావర్తనతలము; I O పతనకిరణము. 'O' పతనబిందువు. O R పరావర్తన కిరణము. O N పతనబిందువువద్ద పరావర్తనతలమునకు లంబము.



61-వ పటము పరావర్తనకోణము.

∠ION — 'i' పతనకిరణమునకును, లంబమునకును మధ్య గల కోణము. దానినే పతనకోణము (Angle of Incidence) అందురు.

∠RON — 'r' పరావర్తన కిరణమునకును, లంబమునకును మధ్యగల కోణము. దానినే పరావర్తన కోణ మందురు.

పరావర్తన సూత్రము I:— పతనకిరణము, పరావర్తన కిరణము, పతనబిందువువద్ద పరావర్తనతలమునకు లంబము. ఒకే సమతలములో నుండును.

పరావర్తన సూత్రము II:— పతనకోణము, పరావర్తన కోణమునకు సమానము.

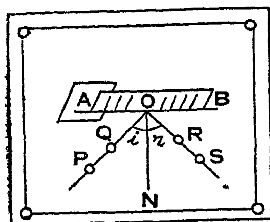
పరావర్తన బింబములు:—ఒక బిందువునుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణములు పరావర్తనము చెందినతరువాత వేరొకబిందువువద్దకు కేంద్రీకరింపబడినచో ఆ రెండవ బిందువు మొదటి బిందువుయొక్క నిజబింబము (Real image)అనబడును. నిజబింబములను తెరమీద పట్టగలము. సినిమాలో తెరమీద కనబడునవి నిజబింబములు.

ఒక బిందువునుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణములు పరావర్తనము చెందినతరువాత వేరొక బిందువునుండి వచ్చుచున్నట్లుగా కనబడినచో ఆ రెండవ బిందువు మొదటి బిందువుయొక్క మిథ్యాబింబము (Virtual Image) అనబడును. మిథ్యాబింబములను తెరమీద పట్టలేము. సమతల దర్పణములో కనబడునవి మిథ్యాబింబములు. వాటిని తెర మీద పట్టలేము.

ప్రకాశపరావర్తన సూత్రములను ఋజువుచేయుట

ప్రయోగము:—ఒక డ్రాయింగుబల్లపై ఒక తెల్లకాగితమును ముడుతలు లేకుండ డ్రాయింగుపిన్నులతో గ్రుచ్చవలెను. ఆ తెల్లకాగితముపై A B అను ఒక సరళరేఖనుగీసి దానితో

ఒక సమతలదర్పణముయొక్క అంచు ఏకీభవించునట్లు ఆ సమతల దర్పణమును నిలువుగా నిలబెట్టవలెను. A B అను సరళరేఖ దర్పణతలమును సూచించును. దర్పణమునకు ముందర P, Q అను రెండు గుండుసూదులను నిట్టనిలువుగా ఒకే తలములో ఉండునట్లు అనగా సమాన ఎత్తులో గ్రుచ్చి నిలబెట్టవలెను. ఆ గుండుసూదుల ప్రతిబింబములను దర్పణములో చూచుచూ వానితో ఒకే సరళ రేఖలో నుండునట్లు పేరలాక్సు దోషములేకుండ R, S అను మరి రెండుగుండుసూదులను దర్పణము ముందర ఒకే ఎత్తులో ఉండునట్లు నిట్టనిలువుగా గ్రుచ్చి నిలబెట్ట వలెను. P, Q దిశలో ప్రయాణముచేసి సమతలదర్పణముపై పతనమైన కాంతికిరణము, R, S దిశలో పరావర్తనము చెందును. కనుక P, Q పతనకిరణ మార్గమును, R, S పరావర్తన కిరణమార్గమును సూచించును.



62-వ పటము
ప్రకాశపరావర్తనము

సమతల దర్పణమును తీసివేసి, P, Q; R, S స్థానము లను గుర్తించి గుండుసూదులను తీసివేయవలెను. P, Q లను కలిపి ఒక సరళరేఖను, R, S లను కలిపి మరొక సరళరేఖను గీసి, వానిని A B వైపు పొడిగించినచో అవి A B ని 'O' వద్దకలియును. 'O' అను బిందువు P Q అనుపతనకిరణము యొక్క పతనబిందువు. 'O' వద్ద A B దర్పణతలమునకు O N లంబమును గీయవలెను. ∠PON, ∠RON కోణములను

కొలువవలెను. $\angle PON = i$ (పతనకోణము) $\angle RON = r$ (పరావర్తన కోణము). పై ప్రయోగమును పతనకోణమును మార్చి మరి రెండుసార్లుచేసి ఫలితములను క్రిందిపట్టికలో అమర్చవలెను.

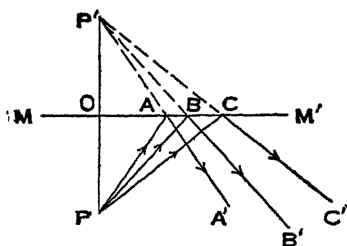
వరుస సంఖ్య	పతనకోణము i	పరావర్తన కోణము r
1		
2		
3		

పై పట్టికను పరిశీలించినచో పతనకోణము పరావర్తన కోణమునకు సమానమని ఋజువగును.

పై ప్రయోగములో P, Q అను గుండుసూదులు ఒకే తలమునందుండునట్లు గ్రుచ్చబడినవి. R, S అను గుండుసూదులుకూడ P, Q బింబములతో ఏకీభవించునట్లు గ్రుచ్చబడినవి. కనుక అవికూడ ఒకేతలములో నున్నవని తెలియును. కనుక పతనకిరణము, పరావర్తన కిరణము, పతనబిందువువద్ద దర్పణతలమునకు లంబముగా ఒకేతలములో నుండునని ఋజువగును.

ఒక కాంతికిరణము ఒక సమతల దర్పణముపై లంబ మార్గమున పతనమైనచో ఆ లంబమార్గముననే పరావర్తనము చెందును. కనుక, పతనకిరణము, పరావర్తనకిరణము దర్పణ తలమునకు లంబముగా ఒకదానిపై నొకటిపడి ఏకీభవించును. అందువలన పరావర్తన కోణము = పతన కోణము = $0°$.

సమతలదర్పణములో బింబలక్షణములు:—పై ప్రయోగములో వలెనే ఒక సమతలదర్పణమును డ్రాయింగుబల్లపై గ్రుచ్చబడిన తెల్లకాగితముపై అమర్చవలెను. MM^1 అను సరళరేఖదర్పణతలమును సూచించును. దర్పణము ముందర P అను గుండుసూదిని నిట్టనిలువుగా గ్రుచ్చి నిలబెట్టవలెను. గుండుసూది గ్రుచ్చబడిన బిందువు కాంతి యుత్పత్తి స్థానమగును. P నుండి అనేక కాంతికిరణములు అన్నిదిశలకు ప్రసరించును. కనుక PA, PB, PC అను మూడు కిరణములను పై ప్రయోగములోవలెనే ఏర్పరచి, AA^1, BB^1, CC^1 అను పరావర్తన కిరణములనుగూడ ఏర్పరచి, దర్పణమును తీసి వాటిని వెనుకకు పొడిగించినచో అవి P^1 వద్ద కలియును. ఈ కిరణములు దర్పణము వెనుకవైపున P^1 అను బిందువు నుండి వికేంద్రీకృత మగుచున్నట్లు కనబడును. కనుక P^1 అను బిందువు P యొక్క మిథ్యాబింబము. P^1P కలుపవలెను. ఆ సరళరేఖ MM^1 ను 'O' వద్ద ఖండించును. OP^1, PO కొలువవలెను. మరియు $\angle P^1OA$, $\angle POA$ కోణములు కూడ కొలువవలెను.



63–వ పటము

సమతలదర్పణములోని బింబ లక్షణములు

$OP^1 = PO$ అగును. $\angle P^1OA = \angle POA = 90^\circ$ అగును.

కనుక సమతలదర్పణమునకు ముందుగల వస్తువు దూరము, సమతలదర్పణము వెనుకవైపుగల బింబదూరము

నకు సమానమని తెలియును. మరియు సమతలదర్పణములో మిథ్యాబింబములే కనబడును. వాటిని తెరమీద పట్టలేము.

ఒక సమతలదర్పణము ఎదుట నిలబడినచో మన ప్రతిబింబము అందులో కనబడును. అది నిలువుగా నుండును. సమాన పరిమాణముకలదై యుండును. కుడి ఎడమ పార్శ్వ భేదమును కలిగియుండును. ఒక అట్టపై '12' అంకెనువేసి సమతలదర్పణమున కెదురుగా నుంచినచో దాని ప్రతిబింబము '2 1' గా కనబడును. దీనినే కుడిఎడమ తారుమారు అందురు.

కనుక సమతల దర్పణములో ఒక వస్తువుయొక్క బింబలక్షణము లేవనగా (1) మిథ్యా బింబము (2) వస్తువుతో సమాన పరిమాణము (3) నిట్ట నిలువు (4) కుడి ఎడమ తారుమారు (5) దర్పణమునకు ముందుగల వస్తువు దూరమునకు, దర్పణము వెనుకవైపుగల బింబదూరముసమానము.

వస్తుప్రదర్శనశాలలలోను (Show rooms), మంగలి షాపులలోను, కుట్టుపనిషాపులలోను . సమతలదర్పణములు అమర్చబడి యుండును. వాటితో మనయొక్క ముందర దృశ్యము, వెనుకదృశ్యము, ప్రక్కదృశ్యము చూచుకొన వచ్చును.

గోళాకార దర్పణములు - ఉపయోగములు
(Spherical Mirrors - Uses)

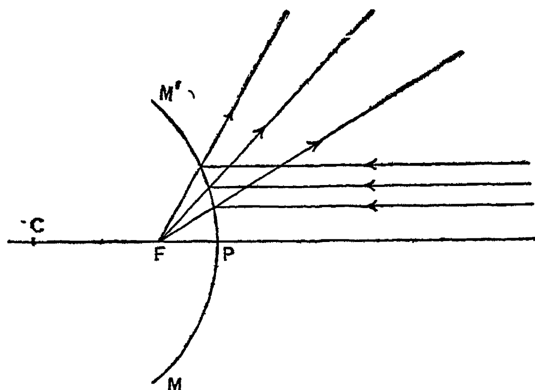
టార్చిలైటులో బల్బునకు వెనుక అమర్చబడిన దర్పణమును పరిశీలించినచో ఆ దర్పణ తలము లోతుగా నుండును. పరావర్తన తలము లోతుగా నున్నట్టి దర్పణమును పుటాకార దర్పణము (Concave mirror) అందురు.

మోటారుకారులో డ్రైవరుముందర అమర్చబడిన దర్పణ మును చేతితో పరిశీలించినచో ఆ దర్పణతలము ఉబ్బెత్తుగా నుండును. పరావర్తనతలము ఉబ్బెత్తుగానున్నట్టి దర్పణమును కుంభాకారదర్పణము (Convex mirror) అందురు. ఇట్టి పుటాకార, కుంభాకార దర్పణములు గుల్లగానున్న గోళా కారపు పారదర్శక పదార్థములనుండి తయారు చేయబడును కనుక వాటిని గోళాకార దర్పణములు లేక వక్రదర్పణములు అందురు.

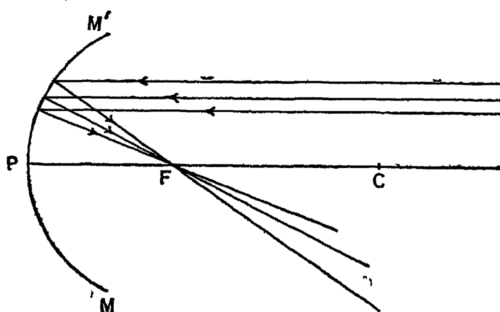
కొన్ని నిర్వచనములు:— గోళదర్పణతలము యొక్క మధ్యబిందువును ధ్రువము (Pole) అందురు. ఆ దర్పణము ఏగోళముయొక్క భాగమై యుండునో ఆ గోళముయొక్క కేంద్రము ఆదర్పణ వక్ర కేంద్రము (Centre of Curvature) అందురు. దర్పణధ్రువమును వక్రకేంద్రమును కలుపుచు పోవు సరళరేఖను ఆ దర్పణముయొక్క ముఖ్యాక్షము (Principal Axis) అందురు. వక్రకేంద్రమునకును, దర్పణ ధ్రువమునకును గల మధ్యదూరము దర్పణ వక్రవ్యాసార్థము (Radius of Curvature) అందురు.

అనంత దూరముననున్న వస్తువునుండి వచ్చు కాంతి కిరణములు ఒకదానికొకటి సమాంతరముగ నున్నట్లు భావింపవచ్చును. ఒక సన్నని సమాంతర కిరణపుంజము ముఖ్యాక్షకు సమాంతరముగ దర్పణమునకు మధ్యను పతనమైనప్పుడు, పరావర్తన కిరణములన్నియు ముఖ్యాక్షలో ఒక స్థిరబిందువువద్దకు కేంద్రీకరింపబడును (పుటాకార దర్పణ ములో); లేదా ముఖ్యాక్షలో ఒక స్థిరబిందువునుండి వికేంద్రీ

కృత మగుచున్నట్లు కనబడును (కుంభాకారదర్పణములో). ఆ బిందువు ఆ దర్పణముయొక్క నాభి లేక ముఖ్యకేంద్రము (Principal Focus) అనబడును. నాభికిని, దర్పణ ధ్రువము



64–వ పటము కుంభాకార దర్పణము.



65–వ పటము పుటాకార దర్పణము.

నకును గల దూరము నాభ్యాంతరదూరము (Focal length) అనబడును. వక్రవ్యాసార్థములో నాభ్యాంతర దూరము సుమారు సగముండును.

గోళదర్పణములలో గూడ పరావర్తన సూత్రములు అనువర్తించును.

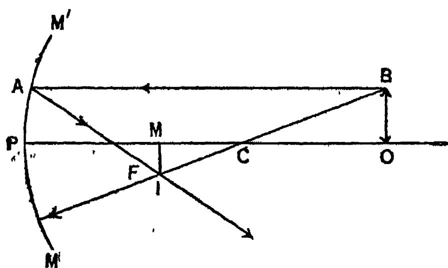
పుటాకార దర్పణములో ప్రతిబింబము లేర్పడు విధానము

(1) ముఖ్యాక్షమునకు సమానాంతరముగా దర్పణతలముపై పతనమైన కిరణము పరావర్తనము చెంది నాభి ద్వారా పోవును.

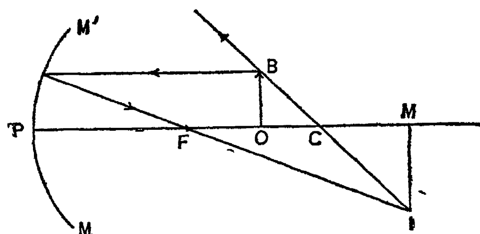
(2) పుటాకార దర్పణముయొక్క వక్రకేంద్రము గుండా పతనమైన కిరణము అదేమార్గములో పరావర్తనము చెందును.

(3) ఈ రెండు పరావర్తనకిరణములు ఖండించుకొను స్థానము వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబస్థానమగును.

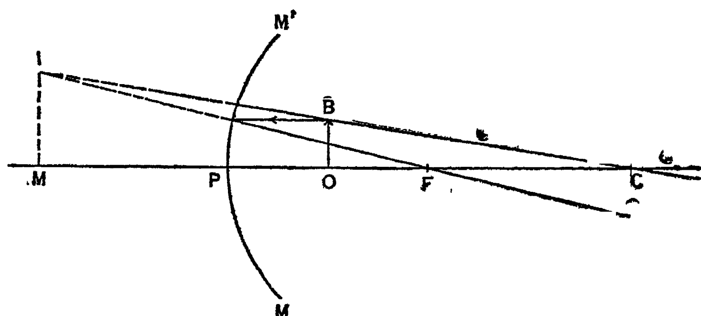
పై నుదహరించిన మూడు ధర్మముల నుపయోగించి పుటాకార దర్పణములో వస్తువుయొక్క బింబములు ఏర్పరచ వచ్చును.



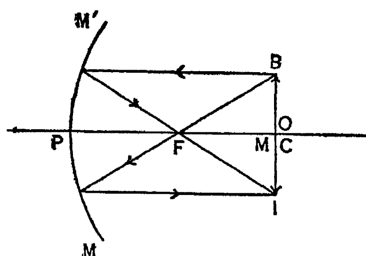
OB = వస్తువు, C కి అవతల.
IM = బింబము, చిన్నది, తలక్రిందులు, నిజబింబము.



OB=వస్తువు,
F, C లకు
నడుమ.
IM=బింబము, పెద్దది,
తలక్రిందులు,
నిజబింబము.



OB=వస్తువు, F నకు లోపల
IM=బింబము, పెద్దది, నిలువు, మిథ్యాబింబము.



OB=వస్తువు, C వద్ద
IM=బింబము, C వద్దనే
వస్తువు ప్రక్కను
సమానపరిమాణము, తలక్రిందులు,
నిజబింబము.

66-వ పటము ఫుటాకార దర్పణములోని ప్రతిబింబములు.

అనంతదూరములో వస్తువున్నప్పుడు బింబము బిందువంత చిన్నది F వద్ద ఏర్పడును.

F వద్ద వస్తువున్నప్పుడు చాలా పెద్ద బింబము అనంత దూరములో ఏర్పడును.

పుటాకార దర్పణములో వస్తువుస్థానమునుబట్టి ఏర్పడు ప్రతిబింబస్థానముల లక్షణములు క్రిందిపట్టికలో నీయబడినవి.

వరుస సంఖ్య	వస్తువుస్థానము.	బింబస్థానము.	బింబలక్షణములు.
1.	అనంతదూరములో	F వద్ద	బిందువంత చిన్నది.
2.	C కి అవతల	F, C లకు నడుమ	చిన్నది, తలక్రిందులు, నిజబింబము.
3.	C వద్ద	C వద్ద వస్తువు ప్రక్కను	సమానపరిమాణము, తలక్రిందులు, నిజబింబము.
4.	F, C లకు నడుమ	C కి అవతల	పెద్దది, తలక్రిందులు, నిజబింబము.
5.	F వద్ద	అనంతదూరములో	చాలా పెద్దది.
6.	F కు లోపల	దర్పణము వెనుకవైపు	పెద్దది, నిలువు, మిథ్యాబింబము.

పుటాకార దర్పణముయొక్క ఉపయోగములు :—

1. పుటాకారదర్పణమును క్షౌరపుఅద్దము (Shaving-glass) గా ఉపయోగింతురు. దానియొక్క F నకు లోపల ముఖము ఉండునట్లు అమర్చినచో ముఖబింబము నిలువుగాను; పెద్దదిగాను కనబడును. ఈ ధర్మము ననుసరించి పుటాకార దర్పణమును మంగలిషాపులలో క్షౌరపు అద్దముగా వాడుదురు.

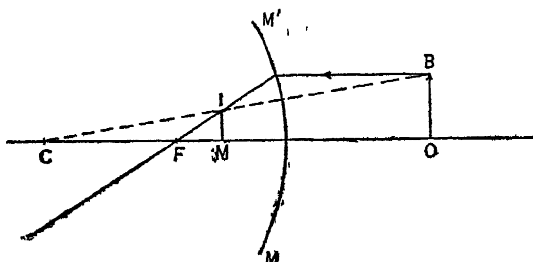
2. పుటాకార దర్పణమును రిఫ్లెక్టరుగా ఉపయోగింతురు. దానియొక్క F వద్ద కాంతిజనక ముండునట్లు

అమర్చినచో కాంతికిరణములన్నియు పరావర్తనమొంది ముందునకు ప్రసరింపజేయబడును. ఆవిధముగా మోటారు కారు దీపములలోను, టార్చిలైట్లలోను, రిఫ్లెక్టింగు టెలిస్కోపులలోను, సెర్చిలైట్లలోను పుటాకార దర్పణము రిఫ్లెక్టరుగా ఉపయోగపడును.

3. సూర్యుని ఉష్ణముతో వంటచేయుటకు నిర్మింపబడిన సాధనములలో (Solar Cookers) పుటాకార దర్పణము ఉపయోగపడును. సూర్యకిరణములు పుటాకార దర్పణముచే దానియొక్క F వద్ద కేంద్రీకృతమగును. కనుక అచ్చట అమర్చిన వస్తువుపై సూర్యునిఉష్ణము కేంద్రీకృతమగును. ఈ ధర్మము ననుసరించి సోలారు కుక్కర్లు నిర్మించుటలో పుటాకార దర్పణమును ఉపయోగింతురు.

కుంభాకార దర్పణములో బింబము - దాని ఉపయోగము

కుంభాకార దర్పణమునకు ఎదుట నొక వస్తువు నమర్చి బింబమును పరిశీలించినచో వస్తువు స్థానమేదైనను,



67-వ పటము కుంభాకార కటకములోని ప్రతిబింబము.

O B = వస్తువు.

I M = బింబము, చిన్నది, నిలువు, మిథ్యాబింబము.

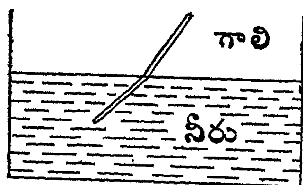
బింబమెల్లప్పుడు చిన్నది, నిలువు, మిథ్యాబింబముగానే యుండును.

మోటారుకారులో డ్రైవరునకుముందర కుంభాకార దర్పణము అమర్చబడియుండును. డ్రైవరునకు వెనుక రోడ్డుమీదగల వస్తువుల ప్రతిబింబముల నతడు చిన్నవిగను, నిట్టనిలువుగను చూడగలిగి ప్రమాదములేకుండ మోటారు కారును వెనుకకు నడుపును. ప్రతిబింబములు చిన్నవైనను సమానసైజుగల సమతల దర్పణములోకంటె, కుంభాకార దర్పణములో చాలమేరవరకుగల దృశ్యము కనబడును.

---

19. ప్రకాశ వక్రీభవనము

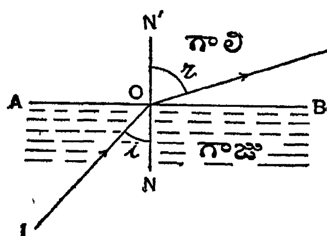
ఏకతత్వపు పారదర్శక యానములో కాంతికిరణము ఋజుమార్గములో పయనించునని తెలుసుకొని యున్నారు. కాని ఒక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానమునుండి మరియొక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానములోనికి ఒక కాంతి కిరణము పోవునప్పుడు ఎట్టి మార్పును పొందునో తెలుసుకొనవలెను. ఒక గాజుతొట్టిలో నీరుపోసి ఆ నీటిలో కొంత భాగము మునుగునట్లు పటములో చూపినరీతిని ఒక తిన్నని కఱ్ఱను ప్రక్కగా పెట్టి పైనుండి చూచినచో ఆ కఱ్ఱయొక్క



68-వ పటము
నీటిలో కఱ్ఱవంగినట్లు కనబడుట

భాగము నీటితలమువద్ద వంగినట్లు కనబడును. దానికి కారణ మేమి ? ఒక ఏకతత్వపు పారదర్శక యానమగు నీటిలో మునిగి యున్న కఱ్ఱభాగమునుండి కాంతికిరణములు నీటిగుండా సరళరేఖలలో పయనించుచు, మరియొక ఏకతత్వపు పార దర్శకయానమగు గాలిలోనికి పోవునప్పుడు నీటితలమువద్ద మార్గమును మార్చి వంగును. కనుక నీటిలో కొంతభాగము మునిగియున్న తిన్నని కఱ్ఱను పైనుండి చూడగా వంగినట్లు కనబడును. కనుక ఒక ఏతత్వపు పారదర్శక యానమునుండి మరియొక ఏకతత్వపు పారదర్శకయానములోనికి ఒక కాంతి కిరణము పయనించునప్పుడు విభాగతలమువద్ద ఆ కాంతి కిరణ మార్గములో మార్పువలన ఆ కిరణము సాధారణముగా వంగుటను ప్రకాశ వక్రీభవన మందురు (Refraction of Light). కనుక నీటిలో కొంతభాగము మునిగియున్న తిన్నని కఱ్ఱ వంగినట్లు కనబడుటకు కారణము ప్రకాశ వక్రీభవనము (Refraction of Light).

దిగువ పటములో A B సరళరేఖ. గాజు, గాలి ఈ రెండు పారదర్శక యానములను విభాగించుచున్న తల మనుకొనుము. I O సరళ రేఖ గాజులో కిరణ మార్గము. అది గాజులో పతనకిరణమగును. O R సరళరేఖ గాలిలో కిరణ మార్గము. AB వక్రీభవన తలములో 'O' వద్ద కిరణ మార్గము మారి కిరణము వంగి గాలిలో O R మార్గము



69-వ పటము వక్రీభవనకోణము

ననుసరించును. కనుక O R సరళరేఖ గాలిలో వక్రీభవన కిరణ మగును. N O N[1] సరళరేఖ 'O' వద్ద A B వక్రీభవనతలమునకు లంబము.

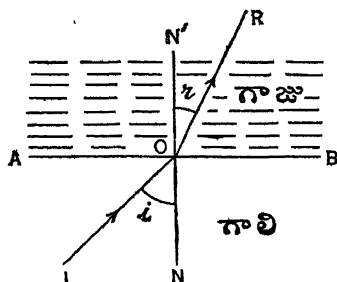
$\angle ION = i$ (గాజులో పతనకోణము.)

$\angle RON^1 = r$ (గాలిలో వక్రీభవనకోణము.)

గాలికంటె గాజు దళసరియానము అనగా సాంద్రతర యానము (Denser medium). గాజుకంటె గాలి పలుచని యానము అనగా విరళయానము (Rarer Medium).

$\angle RON^1$ కోణము $\angle ION$ కోణముకంటె హెచ్చుగానుండును. కనుక గాజువంటి సాంద్రతరయానము నుండి, గాలివంటి విరళయానములోనికి కాంతికిరణము పయనించునప్పుడు వక్రీభవనకిరణము పతనబిందువువద్ద విభాగతల లంబమునకు దూరముగావంగును. వక్రీభవనకిరణ మును బహిర్గతకిరణము (Emergent Ray) అనికూడ అందురు.

దిగువ పటములో I O కాంతికిరణము. విరళయానమగు గాలినుండి సాంద్రతర యానమగు గాజులోనికి పయనించునప్పుడు 'O' వద్ద A B విభాగతలమునకు లంబమగు $\angle NON^1$ నకు దగ్గరగా వంగి O R కిరణమార్గము ననుసరించును.



70-వ పటము పతనకోణము

∠ION కోణముకంటె ∠RON[1] కోణము చిన్నది. కనుక గాలివంటి విరళయానమునుండి గాజువంటి సాంద్రతర యానములోనికి కాంతికిరణము పయనించునప్పుడు వక్రీభవన కిరణము పతనబిందువువద్ద విభాగతల లంబమునకు దగ్గరగా వంగును.

పతనకిరణమునకును, వక్రీభవన కిరణమునకును గల మధ్యకోణము అతిక్రమణకోణము లేక దిశాభేదకోణము (Angle of deviation) అనబడును. అనగా పతనకిరణము వక్రీభవనము చెందునప్పుడు ఎన్ని డిగ్రీలు వంగునో తెలియ జేయు కోణమే దిశాభేదకోణము. కనుక పతన, వక్రీభవన కోణములకు గల భేదమే దిశాభేదకోణమగును.

వక్రీభవన సూత్రములు:—ప్రకాశవక్రీభవనము రెండు సూత్రములననుసరించి జరుగును.

I. పతనకిరణము, వక్రీభవనకిరణము, వక్రీభవనతలము నకు పతనబిందువువద్ద లంబము – ఈ మూడును ఒకే సమతల ములో నుండును.

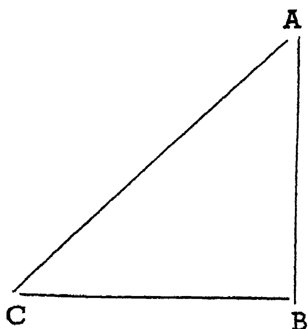
II. ఒక యానమునుండి వేరొకయానములోనికి కాంతి కిరణము పయనించునప్పుడు పతనకోణముయొక్క జ్యా (Sine) కును, వక్రీభవనకోణముయొక్క జ్యా (Sine) కును గల నిష్పత్తి యానమును బట్టియు, కాంతియొక్క వర్ణమును బట్టియు స్థిరముగ నుండును. ఆ నిష్పత్తి మొదటియానము

ననుసరించి రెండవయానముయొక్క వక్రీభవన గుణకము (Refractive Index) అగును. ఈ రెండవ సూత్రమును స్నెల్ సూత్రము (Snell's Law) లేక జ్యా సూత్రము (Law of Sine) అని కూడ అందురు.

$$\frac{\text{పతనకోణముయొక్క జ్యా}}{\text{వక్రీభవనకోణముయొక్క జ్యా}} = \text{వక్రీభవన గుణకము.}$$

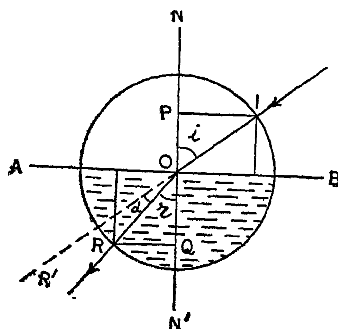
$$\frac{\text{Sine } i}{\text{Sine } r} = w \text{ (స్థిరరాశి)}$$

ఒక కోణముయొక్క జ్యా (Sine) కనుగొనుటకు ఆ కోణము, ఒక లంబకోణ త్రిభుజములో ఒక కోణము కావలెను. ప్రక్క పటము లో ∠A C B కోణముయొక్క జ్యా కనుగొనవలె నను కొనుము. ఆ కోణము యొక్క ఒక భుజము C A లో ఒకబిందువు A నుండి రెండవ భుజము C B కి లంబముగా A B గీసినచో ∠A C B అను కోణము A C B అను లంబకోణ త్రిభుజములో ఒక కోణ మగును. అప్పుడు జ్యా Sine $\angle ACB = \frac{\text{ఎగుటిభుజము}}{\text{కర్ణము}} = \frac{AB}{AC}$ నిష్పత్తికి సమానము.



71-వ పటము ఒక కోణముయొక్క జ్యా ను కన్గొనుట.

ప్రక్క-పటములో AB గాజుతలమును సూచించుచున్నదనుకొనుము. I O అను కాంతికిరణము గాజుతలముపై 'O' వద్ద పతనమైనదనుకొనుము. ఆ కిరణమక్కడ గాజులోనికి ప్రవేశించి, లంబమునకు దగ్గరగా వంగి OR దిశగా వక్రీభవించుచు. కనుక OR వక్రీభవనకిరణము. IO పతనకిరణము. AB గాజుతలమునకు 'O' వద్ద లంబము NON^1 అగును.



72-వ పటము
గాజుతలమునందు పతన, వక్రీభవనకిరణములు నిర్ణయించుట

$\angle ION = \angle i$ = పతనకోణము; $\angle RON^1 = \angle r$=వక్రీభవనకోణము.

గాజుతలము అచ్చట లేనిచో ఆ కిరణము OR^1 దిశగా పోవును. కనుక $\angle R^1OR = \angle i - \angle r$ = అతిక్రమణకోణము $\angle d$. 'O' కేంద్రముతోను, ఏదో ఒక తగిన వ్యాసార్థముతోను ఒకవృత్తమును గీసినచో ఆ వృత్తము పతనకిరణమును 'I' వద్ద వక్రీభవనకిరణమును 'R' వద్ద ఖండించుచున్నదనుకొనుము. 'I' నుండి NON^1 నకు IP లంబమును, 'R' నుండి NON^1 నకు RQ లంబమును గీయవలెను. అప్పుడు

$$\frac{\text{Sine } i}{\text{Sine } r} = \frac{IP}{OI} \div \frac{RQ}{OR}$$

$$= \frac{IP}{OI} \times \frac{OR}{RQ}$$ గాని OI=OR(వ్యాసార్థములు).

$$\therefore \frac{\text{Sine i}}{\text{Sine r}} = \frac{IP}{RQ}$$

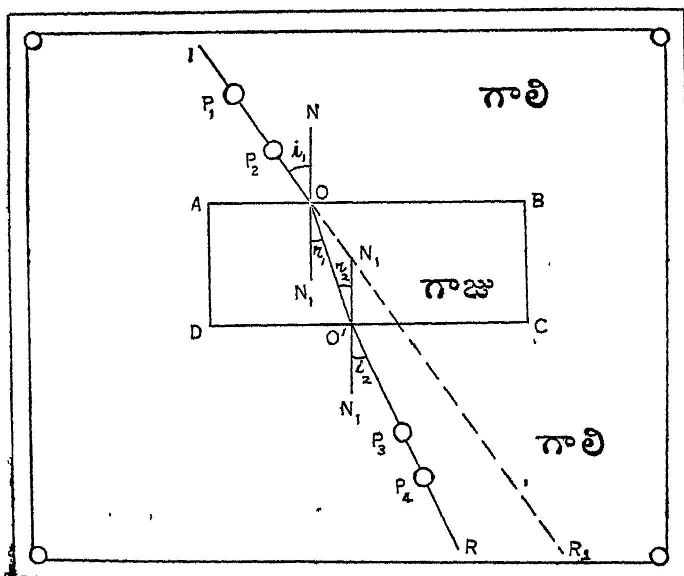
కనుక, $\frac{IP}{RQ}$ = గాజుయొక్క వక్రీభవన గుణకము

గాజుయొక్క వక్రీభవన గుణకము = $\frac{3}{2}$ = 1·5

నీటియొక్క వక్రీభవన గుణకము = $\frac{4}{3}$ = 1·34

గాజుదిమ్మలో వక్రీభవన కిరణమార్గమును గుర్తించుట

ప్రయోగము:—ఒక డ్రాయింగు బోర్డునకు ఒక తెల్ల కాగితమును ముడుతలు లేకుండా డ్రాయింగు పిన్నులతో గ్రుచ్చవలెను.



73-వ పటము గాజుదిమ్మలో వక్రీభవనకిరణమార్గమును గుర్తించుట

A B C D అను ఒక దీర్ఘ చతురస్రాకారపు గాజు దిమ్మను ఆ కాగితముపైని పటములో చూపిన రీతిని అమర్చి దానిచుట్టూ పెన్సిలుతో ఆకారమునుగీయవలెను (ABCD). A B తలమునకు వెనుకవైపున P_1, P_2 అను రెండు గుండు సూదులను సమాన ఎత్తులో నిలువుగా గ్రుచ్చవలెను. C D తలము వైపునుండి వాటి ప్రతిబింబములను చూచుచు వాటితో ఒకే సరళరేఖలో ఉండునట్లు పేరలేక్స్ దోషము లేకుండ P_3, P_4 అను మరి రెండు గుండుసూదులను నిలువుగా గ్రుచ్చవలెను. తరువాత గాజుదిమ్మను తీసి, p_1, P_2, P_3, P_4 బిందువులను గుర్తించవలెను. P_1, P_2 కలిపి A B ని 'O' వద్ద ఖండించునట్లు పొడిగించవలెను. P_4, P_3 కలిపి C D ని 'O' వద్ద ఖండించునట్లు పొడిగించవలెను. O O_1 కలుపవలెను. 'O' వద్ద A B కి N O N_1 లంబమును, 'O′' వద్ద C D కి N^1 O^1 N^1 లంబమును గీయవలెను. I O ను R^1 వరకు పొడిగించవలెను.

I O గాలిలో కిరణమార్గము. A B గాజు తలముపై 'O' వద్ద పతన కిరణము. O O^1 గాజులో వక్రీభవన కిరణమార్గము. O^1R గాలిలో బహిర్గత కిరణ మార్గము. $\angle I\ O\ N = \angle i^1$, $\angle RO^1\ N^1 = \angle i_2$, $\angle N_1\ O\ O^1 = \angle r_1$ $\angle N^1\ O^1\ O = \angle r_2$ కోణములను కొలువ వలెను.

గాలినుండి గాజులోనికి పోవునప్పుడు గాజులో వక్రీభవనకిరణము లంబమునకు దగ్గరగా వంగును. గాజునుండి గాలిలోనికి పోవునప్పుడు బహిర్గతకిరణము లంబమునకు దూరముగా వంగును.

$\angle i_1 = \angle i_2$, $\angle r_1 = \angle r_2$ అగును.

కనుక పతన కిరణము, బహిర్గతకిరణము ఈ రెండును ఒకదాని కొకటి సమానాంతరముగా నుండును.

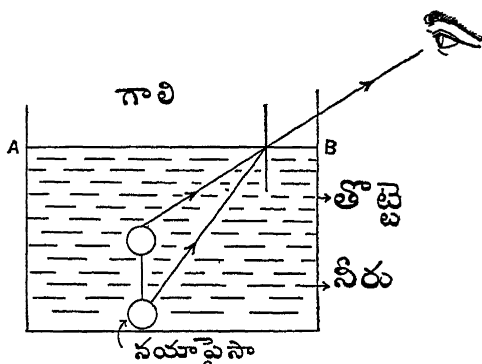
$$\frac{\text{Sine } \angle i_1}{\text{Sine } \angle r_1} = \frac{\text{Sine } \angle i_2}{\text{Sine } \angle r_2} = \text{గాజు వక్రీభవన గుణకము.}$$

కనుక గాలిలో ప్రయాణము చేయుచున్న కాంతి కిరణము సమానాంతరతలములు గల ఒక గాజుదిమ్మయొక్క ఒక తలముపై పతనమై, గాజుదిమ్మలో వక్రీభవనము చెంది, రెండవ తలమునుండి బహిర్గత మగునప్పుడు స్థానచ్యుతిని (Displacement) పొందును గాని దిశాభేదమును పొందదని పై ప్రయోగమువలన తెలియును. ఇచ్చట మొత్తము దిశాభేదకోణము 0°. కనుకనే పతనకిరణము, బహిర్గతకిరణము ఒకదానికొకటి సమానాంతరముగా నుండును. ఈ రెండింటి మధ్యగల లంబదూరమును కొలిచినచో ఆ కొలత బహిర్గత కిరణము పొందిన స్థానచ్యుతిని తెలుపును.

నీటిలో వక్రీభవనము:—ఒకతొట్టెలో అడుగున ఒక నయాపైసా నాణెమునుపెట్టి తొట్టెకు ఒకప్రక్కగా నిలచి చూచినచో ఆ నాణెము కనబడదు. అప్పుడా తొట్టెనిండా నీరుపోసి మొదటివలెనే ప్రక్కకునిలచి చూచినచో ఆ నాణెము కనబడును. ఆరీతిగా కనబడుటకు కారణము నీటిలో ప్రకాశ వక్రీభవనము జరుగుట.

ప్రక్కపటములో చూపబడినట్లు నీటిలో నయాపైసా నుండి బయలుదేరిన కాంతికిరణము A B నీటితలమువద్ద వక్రీభవనము చెంది గాలిలోనికి వంగుటవలన కంటికది కనబడును.

అనగా వక్రీభవన కిరణమార్గములో నయాపైసాయొక్క వక్రీభవన బింబము కనబడును. ఆ బింబము కొద్దిగా పెద్దది



74-వ పటము నీటిలో వక్రీభవనము గుర్తించుట.

గాను, మీదకు లేచినట్లును ఉండును. కనుక నీటిలో వస్తువులు గాలిలోనుండి చూచినవారికి పెద్దవిగాను, దగ్గరగా ఉన్నట్లును కనబడును. అనగా సాంద్రతరయానములో నున్న వస్తువులు, విరళయానములో నున్నవారికి పెద్దవిగాను, దగ్గరగాను ఉన్నట్లు కనబడును.

భూమిమీద నున్నవారికి ఆకాశమందు ఎగురుచున్న విమానము చిన్నదిగాను, దూరముగా నున్నట్లును కనబడును. దానికి కారణము ప్రకాశవక్రీభవనము. పైకి పోవుచున్నకొలది గాలి పలుచబడును. కనుక భూమిమీద గాలి సాంద్రతరయానము, ఆకాశమునందుగల గాలి విరళయానము. అందుచే సాంద్రతరయానములో నున్నవారికి విరళయానమందలి వస్తువులు చిన్నవిగాను, దూరముగా నున్నట్లును కనబడును.

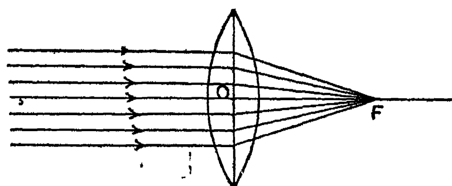
20. కటకములు (Lenses)

రెండు వక్రీభవన తలములచే ఆవరింపబడి అందొకటి యైనను వర్తులతలముగానున్న కిరణభేద్యయానకమునకు కటక మనిపేరు. కటకములలో అనేక రకములు కలవు. సామాన్య ముగా కటకములను రెండు ముఖ్యమైన తరగతులుగా విభాగింపవచ్చును. (1) కేంద్రీకరణ కటకము (Convergent lens) (2) విముఖీకరణకటకము (Divergent Lens). కేంద్రీకరణ కటకముపై పడిన సమానాంతర కాంతి కిరణ పుంజము వక్రీభవనముచెంది ఒక బిందువువద్దకు కేంద్రీకరింప బడును. వీని తలములలో ఒకటియైనను కుంభాకారముగ నుండును. కనుక వీనిని కుంభాకార కటకములు లేదా ఉన్నతోదర కటకములు (Convex Lenses) అందురు. కుంభకటకములలో రెండు వక్రీభవన తలములు ఉబ్బెత్తుగా నున్న వానిని ద్వికుంభకటకములు (Double or Bi-convex Lenses) అందురు.

విముఖీకరణ కటకములపై పడిన కాంతి కిరణములు వక్రీభవనము చెందినతరువాత ఒక బిందువునద్దకు కేంద్రీక రింపబడక ఒక బిందువునుండి విముఖమగునట్లు కనబడును. ఇట్టి కటకములయొక్క రెండు తలములలో ఒకటియైనను పుటాకారముగ నుండును. కనుక వానిని పుటాకార కటక ములు లేక నతోదర కటకములు (Concave lenses) అందురు. వాటియొక్క రెండు తలములు లోతుగా నున్నచో అట్టి కటకములను ద్విపుటకటకములు (Double or Bi-concave lenses) అందురు.

కటకముయొక్క మధ్య బిందువును కటకనాభి (Optic Centre) అందురు. ప్రతి కటకమునకును రెండు వక్రీభవన తలము లుండును. ఆ రెండును గోళాకారపు పారదర్శక పదార్థముల భాగములైనచో అవి ఏ గోళముల యొక్క భాగములై యుండునో ఆ గోళముల కేంద్రములను ఆ కటకముయొక్క వక్ర కేంద్రములు (Centres of Curvature) అందురు. ఆ రెండు వక్ర కేంద్రములను కలుపు సరళరేఖకు ముఖ్యాక్షి (Principal Axis) అని పేరు.

ఒక సన్నని సమాంతరకిరణ పుంజము ముఖ్యాక్షికు సమాంతరముగా ఒక ద్వికుంభకటకము మధ్యను పతనమై వక్రీభవనము చెందినతరువాత ముఖ్యాక్షిలో ఒకస్థిరబిందువు గుండా పోవును. ఆ స్థిరబిందువు ఆ కటకముయొక్క ప్రధాన కేంద్రము (Principal Focus) అనబడును. ప్రధాన కేంద్రము నకును, కటకనాభికిని గల దూరము ఆ కటకముయొక్క నాభ్యంతర దూరము లేక కేంద్రాంతరదూరము (Focal length) అనబడును.



75-వ పటము

ద్వికుంభాకారకటకము.

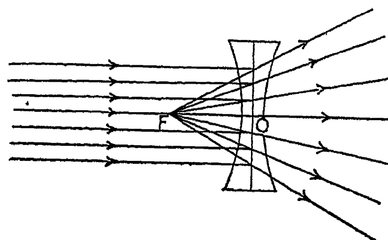
O=కటకనాభి (Optic Centre)

F=ప్రధానకేంద్రము (Principal Focus)

O F=కేంద్రాంతర దూరము (Focal length)

ఒకద్వికుంభకటకమును సూర్యునికిరణముల కెదురుగా పట్టుకొని దాని వెనుకవైపున ఒక కాగితమును లేక దూదిని కాలునట్లు అమర్చినచో కాలుచున్న బిందువు ముఖ్యకేంద్రమగును. ఆ బిందువునుండి కటకమధ్యబిందువునకుగల దూరమును కొలిచినచో ఆ దూరము ఆ కటకముయొక్క కేంద్రాంతర దూరమగును.

ఒక సన్నని సమాంతరకిరణపుంజము ముఖ్యాక్షకు సమాంతరముగా ఒక ద్విపుటకటకము మధ్యను పతనమై వక్రీభవనము చెందిన తరువాత ముఖ్యాక్షలో ఒకబిందువునుండి విముఖమగుచున్నట్లుకనబడును. ఆ బిందువు ఆ పుటాకార కటకముయొక్క ముఖ్యకేంద్రము. ఆ బిందువునకును, కటకనాభికిని గల దూరము ఆ కటకముయొక్క కేంద్రాంతర దూరమగును.



76-వ పటము. ద్విపుటాకారకటకము.

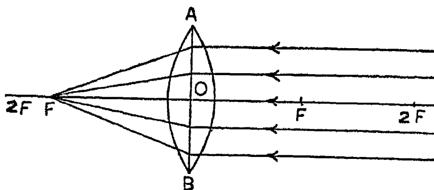
F=ప్రధానకేంద్రము.
O=కటకనాభి.
O F=కేంద్రాంతరదూరము.

ద్వికుంభకటకములో ప్రతిబింబములు

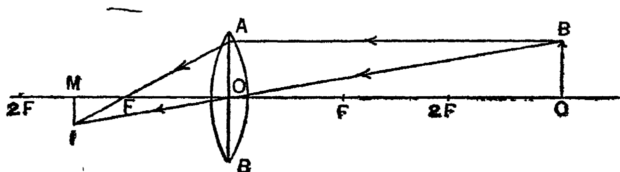
ద్వికుంభకటకము నొకదానిని స్టాండునకమర్చి బల్లపై నిట్టనిలువుగా నుంచవలెను. కటకమునకు ముందర దూరముగా క్రొవ్వువత్తిదీపముచే కాంతివంతముగా చేయబడిన తీగవలను కటకమునకు సమానయెత్తులో స్టాండునకు అమర్చి

దానినే వస్తువుగా పరిగణింపవలెను. కటకము వెనుక వైపున ఒక తెరను అమర్చి వస్తువుయొక్క స్ఫుటమైన బింబము తెరమీద పడునట్లు తెరను సర్దవలెను. కటకమునుండి వస్తు దూరమును, తెరమీద బింబదూరమును కొలిచి బింబము యొక్క స్వభావమును పరిశీలించవలెను. ఈ విధముగా వస్తువుయొక్క దూరములను మార్చుచు బింబముయొక్క లక్షణములను పరీక్షించినచో క్రిందిపట్టికలో నీయబడినట్లు గమనింపవచ్చును.

వరుస సంఖ్య.	వస్తువు యొక్క స్థానము	ప్రతిబింబము యొక్క స్థానము	ప్రతిబింబముయొక్క లక్షణములు		
			యథార్థ బింబమా మిథ్యాబింబమా	పరిమాణము	నిలువా తలక్రిందులా
1.	అనంత దూరము	ప్రధాన నాభి లేక ప్రధాన కేంద్రమువద్ద	యథార్థబింబము	బిందువంత చిన్నది	—
2.	2 F నకు అవతల	F నకును 2 F నకును నడుమ	యథార్థ బింబము	చిన్నది	తలక్రిందులు
3.	2 F వద్ద	2 F వద్ద	యథార్థ బింబము	సమాన పరిమాణము	తలక్రిందులు
4.	F నకు 2 F నకు నడుమ	2 F నకు అవతల	యథార్థ బింబము	పెద్దది	తలక్రిందులు
5.	F వద్ద	అనంత దూరము వద్ద	యథార్థబింబము	చాలా పెద్దది	—
6.	F నకు కటకమునకు నడుమ	వస్తువున్న వైపునే	మిథ్యాబింబము	పెద్దది	నిలువు

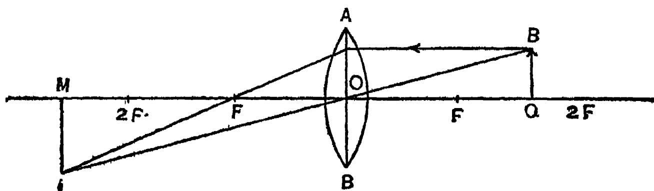


వస్తువు అనంతదూరములో నున్నప్పుడు సమాంతరకిరణ పుంజము కటకముపైపడి వక్రీభవనము చెంది బిందువంత చిన్న బింబము F వద్ద కటకమునకు వెనుకవైపు ఏర్పడును.



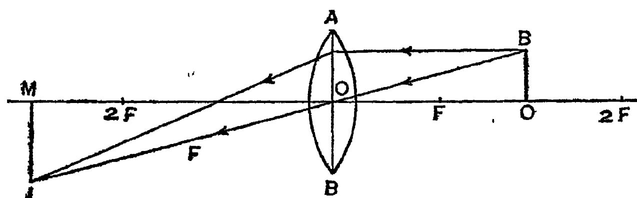
O B – వస్తువు 2 F నకు అవతల.

I M – బింబము, చిన్నది, తలక్రిందులు, యథార్థబింబము.



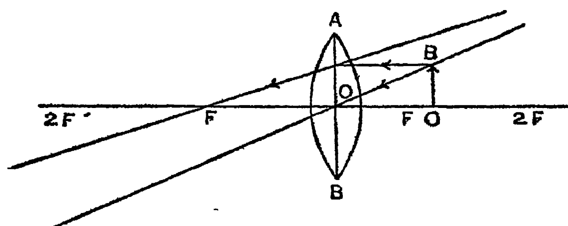
O B – వస్తువు 2 F వద్ద.

I M – బింబము కటకమునకు వెనుక, 2 F వద్దసమానపరిమాణము, తలక్రిందులు యథార్థబింబము,

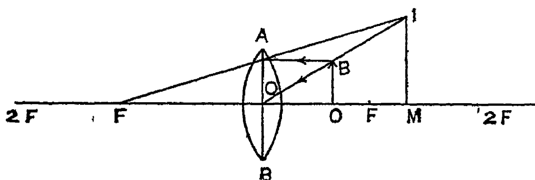


O B – వస్తువు F నకు 2 F నకు నడుమ.

I M – బింబము, కటకము వెనుకవైపు 2 F నకు అవతల పెద్దది, తలక్రిందులు, యథార్థబింబము.



O B – వస్తువు F వద్ద కిరణములు వక్రీభవనము చెందిన తరువాత సమానాంతరముగా పోవును. కనుక చాలా పెద్దబింబము అనంత దూరములో ఏర్పడును.



O B – వస్తువు F నకు కటకమునకు నడుమ.

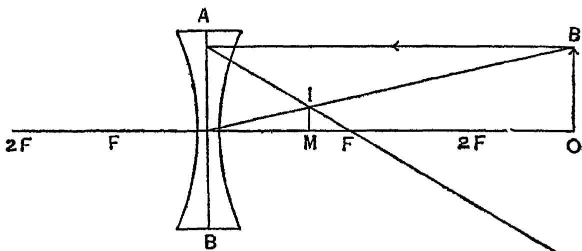
I M – బింబము, వస్తువున్న వైపు.

మిథ్యాబింబము, పెద్దది నిలువు.

77–వ పటము

ద్వికుంభకటకములోని ప్రతిబింబములు.

పుటాకార కటకములో వస్తువును ఎచ్చట అమర్చినను, బింబ మెల్లప్పుడు చిన్నది, నిలువు, మిథ్యా బింబముగానే కనబడును.



78-వ పటము

పుటాకారకటకము - అందలి వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము.

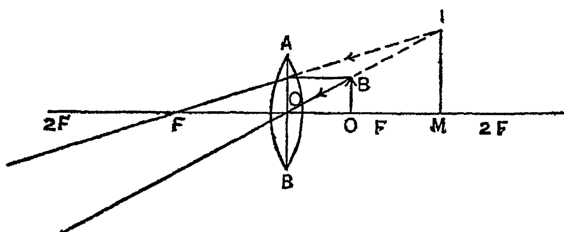
O B - వస్తువు

I M - బింబము వస్తువున్నవైపు చిన్నది, నిలువు, మిథ్యాబింబము.

కటకములయొక్క ఉపయోగములు:— కుంభాకార కటకములను సామాన్య సూక్ష్మదర్శినులుగాను, ఫొటోగ్రాఫిక్ కెమేరాలో ఫోకసింగు లెన్సులుగాను, ప్రొజెక్టరులో ప్రొజెక్టింగు లెన్సులుగాను ఉపయోగించుదురు. మరియు సంయుక్త సూక్ష్మదర్శినిలోను, దూరదర్శినిలోను కూడ ఉపయోగించుదురు. దూరదృష్టి లోపమును సవరించుటకు కుంభకటక సులోచనములు ఉపయోగపడును.

పుటాకారకటకములను గెలీలియో టెలిస్కోపులో కంటికటకములుగా ఉపయోగించుదురు. మరియు హ్రస్వ దృష్టి లోపమును సవరించుటకు పుటకటక సులోచనములు ఉపయోగపడును.

సామాన్య సూక్ష్మదర్శిని (Simple Microscope):—
ద్వికుంభకటకము నొకదానిని కంటివద్ద పెట్టుకొని దగ్గరగా నున్న చిన్నవస్తువులను చూచినచో అవి పెద్దవిగా కనబడును. దానితో చిన్నఅక్షరములనుగూడ చూచి చదువగలుగు దుము. అట్టి కటకమునే పఠనకటకము (Reading lens) లేక సామాన్య సూక్ష్మదర్శిని అందురు. ఒక ద్వికుంభకటకము యొక్క ప్రధాననాభికి లోపల వస్తువుండునట్లు ఆ కటకమును కంటికమర్చి చూచినచో వస్తువుయొక్క నిట్టనిలువైన పెద్ద మిథ్యాబింబము కనబడును. ఈ ధర్మము ననుసరించియే ద్వికుంభ కటకములను సామాన్య సూక్ష్మదర్శినులుగా ఉపయోగింతురు.



79-వ పటము

సామాన్య సూక్ష్మదర్శినిలో వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము

OB - వస్తువు

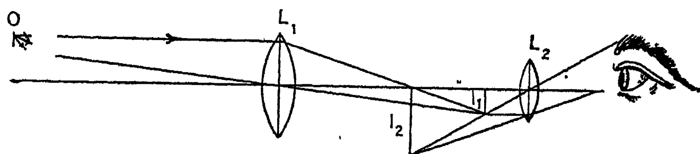
F నకు, కటకమునకు నడుమ

IM-నిలువైన, పెద్దమిథ్యాబింబము

సంయుక్త సూక్ష్మదర్శిని (Compound Microscope):-

దగ్గరనున్న అతి సూక్ష్మవస్తువులను అతి పెద్దవిగా చూడగలుగుటకు సంయుక్తసూక్ష్మదర్శిని ఉపయోగపడును.

దానిలో స్వల్ప కేంద్రాంతరదూరముగల ద్వికుంభకటకము లుండును. వీటిలో చిన్న కేంద్రాంతరదూరముగల ద్వికుంభ కటకము వస్తుకటకము (Object glass) గాను, పెద్ద కేంద్రాంతరదూరముగల ద్వికుంభకటకము కంటికటకము (Eye Lens) గాను ఉండును. వస్తుకటకముయొక్క F నకు కొద్దిగా అవతల అనగా F నకు 2 F నకు నడుమ వస్తు వుండునట్లు అమర్చవలెను. వస్తుకటకమువలన తలక్రిందులైన పెద్ద నిజబింబము ఏర్పడును. ఈ బింబము కంటి కటకము యొక్క F నకు లోపలపడునట్లు కంటికటకమును సర్దవలెను. కంటికటకమువలన ఈ బింబము పెద్దదిగాచేయబడి కంటికి కనబడును. అసలు వస్తువునుబట్టి అది తలక్రిందులుగా నుండును.



80-వ పటము

సంయుక్త సూక్ష్మదర్శినిఅందలి వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము.

L_1 = చిన్న కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభకటకము (వస్తుకటకము)

L_2 = పెద్ద కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభకటకము (కంటికటకము)

O = వస్తువు.

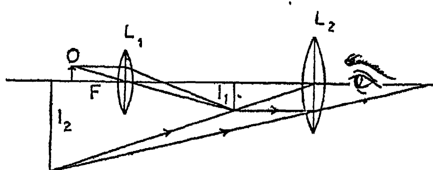
I_1 = వస్తుకటకమువలన కలిగిన తలక్రిందులైన పెద్ద నిజబింబము అది కంటికటకమునకు వస్తువు అగును.

I_2 = కంటికటకమువలన కలిగిన పెద్ద మిథ్యాబింబము. కంటికి కనబడును. అసలు వస్తువునుబట్టి తలక్రిందులుగా నుండును. కాని I_1 తో నిలువుగానుండును.

దూరదర్శిని (Telescope)

దూరపువస్తువులను మామూలు కంటితో చూచినవాని కంటె పెద్దవిగా చూడగలుగుటకు దూరదర్శిని ఉపయోగపడును. ఖగోళ దూరదర్శిని (Astronomical Telescope), భౌమదూరదర్శిని (Terrestrial Telescope) అను రెండు రకముల దూరదర్శినులు కలవు. ఖగోళ దూరదర్శినితో సాధారణముగా నక్షత్రములు, చంద్రుడు మొదలైన వాటిని పెద్దవిగా చూడగలుగుదుము. దృగ్యంత్రశాలలలో (Observatories) ఖగోళ దూరదర్శిను లుండును. ఖగోళ దూరదర్శినితో చూచినచో వస్తువుల ప్రతిబింబములు తలక్రిందులుగా కనబడును. కాని నక్షత్రములు, చంద్రుడు మొదలైనవి గుండ్రముగా నుండుటచే వాటిబింబములు తలక్రిందులైనను గుండ్రముగానే కనబడును. భౌమ దూరదర్శినులలో బింబములు నిలువుగా కనబడుటకు ఏర్పాటుండును. ఒకరకపు భౌమదూరదర్శినిలో ద్విపుటాకార కటకము కంటి కటకముగా ఉపయోగపడును. దానివలన బింబములు నిలువుగా కనబడును. అట్టి భౌమదూర దర్శినిని గెలీలియో టెలిస్కోపు అందురు. రెండు గెలీలియో టెలిస్కోపులు జంటచేయబడిన పరికరమును బైనాక్యులర్సు అందురు. గుఱ్ఱపు పందెములను, క్రికెట్టు ఆటలను, ఇతర ఆటల పోటీలను, నాటక ప్రదర్శనములను చూచుటకు బైనాక్యులర్సు ఉపయోగపడును. దానినే ఒపేరాగ్లాసు అని కూడ అందురు.

ఖగోళ దూరదర్శినిలో పెద్ద కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభ కటకము వస్తుకటకముగాను, చిన్న కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభ కటకము కంటి కటకముగాను ఉండును. వస్తుకటకము దూరపు వస్తువున కెదురుగా నుండునట్లు దూరదర్శినిని అమర్చినచో వస్తుకటకమువలన తలక్రిందులైన చిన్న నిజబింబ మేర్పడును. ఆ బింబము కంటి కటకమునకు వస్తువు అగును. కంటి కటకముయొక్క F నకు కొద్దిగా లోపల ఆబింబ మేర్పడునట్లు కంటికటకమును సర్ది చూచినచో పెద్ద మిథ్యాబింబము కనబడును. అసలు వస్తువునుబట్టి అది చిన్నది, తలక్రిందులుగా నుండును. కాని మామూలు కంటితో చూచినదానికంటె పెద్దదిగా కనబడును.



81-వ పటము ఖగోళదూరదర్శిని – అందు వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబము.

O = దూరపు వస్తువు.

L_1 = పెద్ద కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభకటకము (వస్తుకటకము)

L_2 = చిన్న కేంద్రాంతర దూరముగల ద్వికుంభకటము (కంటికటకము)

I_1 = వస్తుకటకమువలన కలిగిన చిన్న తలక్రిందులైన నిజబింబము. కంటి కటకమున కది వస్తువు.

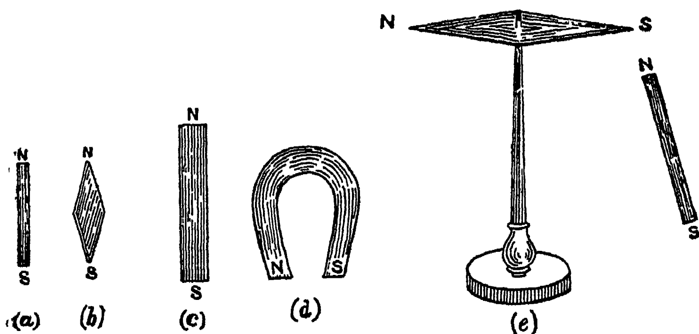
I_2 = కంటి కటకమువలన కలిగిన పెద్ద, మిథ్యాబింబము కంటికి కనబడును. అసలు వస్తువునుబట్టి అది చిన్నది, తలక్రిందులు. కాని మామూలు కంటితో చూచినదానికంటె పెద్దదిగా కనబడును.

21. అయస్కాంతతత్వము (Magnetism)

ఆసియా మైనరులో మెగ్నీషియా రాష్ట్రమందు దొరకిన ఒక రకపు ఇనుప ఖనిజమునకు ఇనుమును ఆకర్షించు గుణము కలదని చాలా ప్రాచీన కాలములోనే కనుగొనబడెను. ఆ ధర్మము ననుసరించి ఆ ఇనుపఖనిజమునకు అయస్కాంత మను పేరువచ్చెను. మెగ్నీషియా రాష్ట్రములో మొదట కను గొనబడుటచే దానికి 'మేగ్నెట్' (Magnet) అనియు, దాని స్వభావమునకు 'మేగ్నెటిజమ్' (Magnetism) అనియు పేరులు వచ్చెను. ఇనుమును ఆకర్షించు ప్రతివస్తువును అయస్కాంత మందురు. ఇనుమును మాత్రమేగాక ఉక్కు, కోబాల్టు, నికెలు అను పదార్థములను గూడ అయస్కాంత మాకర్షించును. అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడు పదార్థములను అయస్కాంత పదార్థములు (Magnetic substances) అందురు. ఇనుము, ఉక్కు, కోబాల్టు, నికెలు అయస్కాంత పదార్థములు. అయస్కాంతముచే ఆకర్షింపబడనివి అనయస్కాంత పదార్థ ములు (Non magnetic substances) అనబడును. గాజు, కఱ్ఱ, కాగితము మొదలైనవి అనయస్కాంత పదార్థములు.

అయస్కాంత లక్షణములను కలిగియున్న ఇనుప ఖనిజములు ప్రకృతిలో దొరకును. కనుకవాటిని స్వాభావికపు అయస్కాంతములు (Natural magnets) అందురు. వాటికి నియమితమైన ఆకారముండదు. ఒక ఉక్కుకాడ మీద

ఒక కొననుండి రెండవ కొనవరకు ఒకే దిక్కుగా స్వాభావికాయస్కాంతమును పెట్టి అనేకసారులు రాసి విడచినచో ఆ ఉక్కు కాడకు అయస్కాంత లక్షణములు కలుగును. ఇట్టి



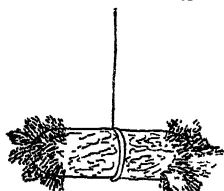
82-వ పటము అయస్కాంతముల రకములు

(a) స్థూపాకారపు అయస్కాంతము
(b) చతురాకారపు అయస్కాంతము
(c) దీర్ఘచతురస్రాకారపు అయస్కాంతము
(d) గుఱ్ఱపు నాళాకారపు అయస్కాంతము
(e) సూచీ అయస్కాంతము

అయస్కాంతములను కృత్రిమ అయస్కాంతములు (Artificial magnets) అందురు. కృత్రిమ అయస్కాంతములను వేరు వేరు ఆకారములలో తయారు చేయుదురు.

అయస్కాంత ధర్మములు

(1) ఆకర్షక ధర్మము (Attractive property):-ఇనుము, ఉక్కు, కోబాల్టు, నికెలువంటి పదార్థములను అయస్కాంతమాకర్షించును. ఒక దండ అయస్కాంతమును ఇనుపరజనులో పొర్లించి తీసినచో దాని కొనలకు ఇనుపరజను కుచ్చులుగా అంటుకొనును. మధ్యభాగమునందు ఇనుపరజను అంతగా అంటుకొనదు. ఎక్కువగా ఇనుపరజను ఆకర్షింపబడిన అయస్కాంతపు కొనలకు ధ్రువము లనిపేరు. ప్రతి అయస్కాంతమునకు రెండు ధ్రువము లుండును.

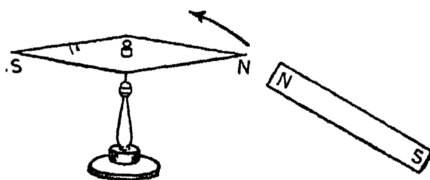


83-వ పటము
దండఅయస్కాంతము ఇనుపరజనును ఆకర్షించుట.

(2) మార్గదర్శకధర్మము (Directive property) :-ఒక దండ అయస్కాంతమును పురిలేని దారముతో వ్రేలాడదీసినచో ఒకకొన ఉత్తరదిశను, రెండవకొన దక్షిణదిశను చూపుచు అమరుకొనును. ఉత్తరదిశను చూపుకొన ఉత్తర ధ్రువమనబడును. దక్షిణదిశనుచూపుకొన దక్షిణధ్రువ మన బడును. అదేరీతిని ఒక అయస్కాంతసూచిని ముల్లుపై నిలబెట్టి భూమికి సమాంతరతలములో స్వేచ్ఛగా తిరుగునట్లుచేసినచో అది ఉత్తరదక్షిణదిశగా నిలచును. అయస్కాంతముయొక్క ఈ దిక్కులుచూపు లక్షణమును మార్గదర్శకధర్మము అందురు. ఒక అయస్కాంత మీరీతిగా ఉత్తరదక్షిణ దిశలను చూపుచు అమరుకొనుటకు కారణము భూమి ఒక

పెద్ద అయస్కాంతమని తెలుసుకొనవలెను. ఇనుపఖనిజమునకు స్వాభావికపు అయస్కాంతమునకునూడ మార్గదర్శిక లక్షణ మున్నదని ప్రాచీనకాలములోనే తెలుసుకొని దానికి దిగ్దర్శకము (Load Stone) అని పేరుపెట్టిరి.

(3) అయస్కాంత ధ్రువముల న్యాయము (Law of magnetic polarity):-సూదిమొనపై నిలబెట్టబడిన అయస్కాంత సూచికయొక్క ఉత్తరధ్రువమువద్ద ఒక దండ అయస్కాంతపు ఉత్తరధ్రువమును పెట్టినచో సూచికయొక్క ఉత్తరధ్రువపుకొన దండ అయస్కాంతపు ఉత్తర ధ్రువమునుండి విముఖమగును. అనగా వికర్షణము (Repulsion) కనబడును. ఆ సూచిక యొక్క ఉత్తరధ్రువమువద్ద దండఅయస్కాంతపు దక్షిణ ధ్రువమును పెట్టినచో ఒకదానినొకటి ఆకర్షించుకొనును.



81-వ పటము

సూచీఅయస్కాంతము దండఅయస్కాంతమును ఆకర్షించుట

కనుక సజాతీయ ధ్రువములు పరస్పరము వికర్షించుకొనుటయు, విజాతీయధ్రువములు పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుటయు అయస్కాంత ధ్రువముల న్యాయము. వికర్షణయే (Repulsion) అయస్కాంతత్వమునకు నిజమైన శోధన.

(4) అయస్కాంత ప్రేరణము (Magnetic Induction)-

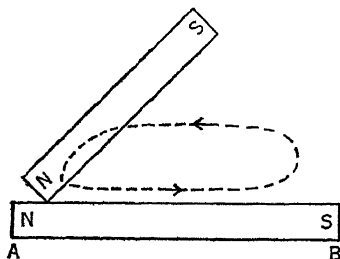
ఒక దండ అయస్కాంతమును నిలువుగా అమర్చి దాని అడుగుకొనవరకు ఒక ఇనుపమేకును తెచ్చినచో ఆ ఇనుపమేకు ఆకర్షింపబడి వ్రేలాడును. ఈ మేకుయొక్క కొనవద్ద మరియొక మేకును తెచ్చినచో మొదటి మేకుచే రెండవ మేకు ఆకర్షింపబడి వ్రేలాడును. ఈ రీతిగా కొన్ని మేకుల గొలుసును ఏర్పరచ వచ్చును. మేకులు స్వతహాగా అయస్కాంతములు కావుకాని దండ అయస్కాంతముయొక్క సంపర్కము వలన ఆకర్షక లక్షణమును పొందినవి. ఈ రీతిగా అయస్కాంత లక్షణమును పొందజేయుటకు అయస్కాంత ప్రేరణము అనిపేరు. అయస్కాంత సంపర్కము పోగానే మేకులుకూడ ఆకర్షకలక్షణమును పోగొట్టుకొనును. గాఢసంపర్కముతో అయస్కాంత ప్రేరణము గావించి ఉక్కుముక్కలను అయస్కాంతములుగ చేయ వచ్చును. ఒక ఉక్కుకాడను ఒక అయస్కాంతధ్రువముతో ఒక కొననుండి రెండవకొనకు గాఢసంపర్కము (స్పర్శ) తో అనేకసారులు లాగివిడచినచో ఆ ఉక్కుకాడ అయస్కాంత ప్రేరణమువలన అయస్కాంతమగును. ఏ ధ్రువముతో ఒక కొనవద్ద సంపర్కము గావింతుమో ఆ కొనయందు సజాతి ధ్రువము, రెండవకొనయందు విజాతి ధ్రువము ఏర్పడును.



85-వ పటము

దండఅయస్కాంతము మేకును ఆకర్షించుట

మెత్తని ఇనుమునకు ధారణశక్తిలేదు. కనుక అయస్కాంతత్వమును అది వేగముగా పొందునుకాని వేగముగా



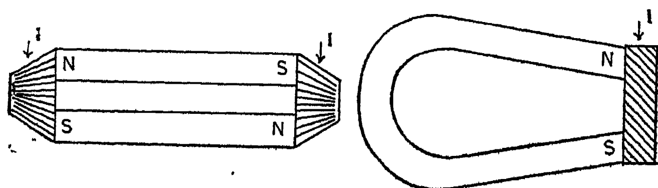
AB — ఉక్కుకాడ.

NS — దండఅయస్కాంతము

86-వ పటము

ఉక్కుకాడను అయస్కాంతముగా మార్చుట.

గోల్పోవును. అస్థిరఅయస్కాంతములు (విద్యుదయస్కాంతములు) తయారుచేయుటకు మెత్తని ఇనుము ఉపయోగపడును. ఉక్కునకు ధారణశక్తికలదు. కనుక స్థిరఅయస్కాంతములు తయారుచేయుటకు ఉక్కు ఉపయోగపడును. అయస్కాంతములను నేడు విద్యుత్తు నుపయోగించి చేయుచున్నారు. ఇనుము, ఉక్కు, కోబాల్టు, నికెలుకలసిన



87-వ పటము కవచములవల్ల జాగ్రత్తపరచిన అయస్కాంతములు (I, I, I) ఆకర్షించు.

మిశ్రమలోహమగు అల్నికో (Alnico) ఉపయోగించి బలమైన స్థిర అయస్కాంతములను నేడు తయారుచేయుచున్నారు.

వేడిచేయుటవలన, సుత్తితో కొట్టుటవలన, అజాగ్రతగా ఉపయోగించుటవలన అయస్కాంతత్వము త్వరలో పోవును. కనుక అయస్కాంతములను భద్రపరచి ఉంచవలెను. అట్లుంచుటకు కవచము (Keeper) అనబడు చిన్న ఇనుపముక్కలు అయస్కాంతధ్రువముల కంటియుంచబడును.

---

22. విద్యుచ్ఛక్తి (Electricity)

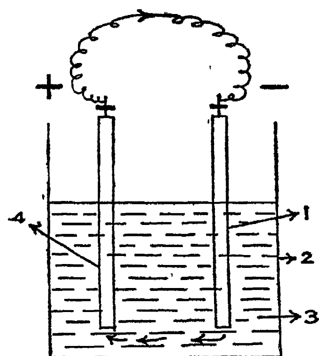
ద్రవ్యములో పరమాణువునందు న్యూక్లియస్ చుట్టూ కక్షలో ఋణావేశపు విద్యుచ్ఛక్తి ఖండములగు ఎలక్ట్రాన్లు పరిభ్రమించుచుండునని నేర్చుకొనియున్నారు. ఆ ఎలక్ట్రాన్లకు ఒడుదుడుకు సంభవించినచో నవి ఒకచోటునుండి వేరొక చోటునకు ప్రవహించును. అట్టి ఎలక్ట్రాన్లయొక్క నిరంతర ప్రవాహమే విద్యుత్ ప్రవాహమని చెప్పుదురు. ప్లాస్టిక్‌తో చేయబడిన ఫౌన్ టెన్ పెన్ గొట్టపుకొననుకాని లేక దువ్వెననుకాని బుజ్జమీద పెట్టి గట్టిగా రాపిడి కలిగించినతరువాత చిన్న చిన్న కాగితపుముక్కల నది ఆకర్షించును. దానికి కారణము విద్యుచ్ఛక్తి. ఇచ్చట విద్యుచ్ఛక్తి ఘర్షణవలన స్థానికముగా నేర్పడినదని చెప్పవచ్చును.

విద్యుత్ప్రవాహశక్తిని కనుగొనుటకు మొదట గేల్వానీ అను విజ్ఞుడు కారణమని చెప్పవలెను. చచ్చిన కప్పయొక్క

కాలిని లోహపుకాడలతో తాకినప్పుడు ఆ కాలియందలి కండరములు ముడుచుకొనుటను అతడు గమనించి ప్రకటించెను. అట్లు ముడుచుకొనుటకు కారణము విద్యుచ్ఛక్తియని మనకిప్పుడు తెలియుచున్నది. గేల్వానీ ప్రకటన చేసిన ప్రయోగమును పురస్కరించుకొని వోల్టా అను ఇటలీదేశపు విజ్ఞుడు విద్యుద్ఘటమును నిర్మించి విద్యుత్తు ప్రవాహమును పుట్టింపగలిగెను. ఆ ఘటమునకు సామాన్య వోల్టాఘటము (Simple Voltaic Cell) అని పేరు.

సామాన్య వోల్టాఘటములో ఒక గాజుపాత్రయందు డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లములో ఒకదానికొకటితగులకుండా కొంతవరకు మునుగుచు ఒక రాగిరేకు, ఒక జింకురేకు అమర్చబడియుండును. ఆ రెండు రేకులను విద్యుత్ ద్రవములు లేక ద్వారములు (Electrodes) అందురు. డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లమును విద్యుత్ ప్రేరేపక ద్రవము (Exciting liquid) అందురు. ఇట్లే ప్రతి విద్యుద్ఘటములోను రెండు భిన్నపదార్థములయొక్క రేకులు విద్యుత్తుద్వారములుగాను, ఒక ద్రవము విద్యుత్తు ప్రేరేపకముగాను ఉండును. సామాన్య వోల్టాఘటములోగల రాగిరేకు, జింకురేకు పైకొనలను రక్షితరాగితీగతో కలిపినచో ఆ తీగగుండా రాగిరేకు నుండి జింకురేకులోనికి విద్యుత్తు ప్రవహించును. అనగా ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహమేర్పడును. ఎలక్ట్రాన్లనుగోల్పోయిన రాగిరేకును ధనధ్రువము లేక ఏనోడు (+) అందురు. ఎలక్ట్రాన్లను పొందిన జింకురేకును ఋణధ్రువము లేక కేథోడు (–) అందురు. ఘటములోపల ద్రవముగుండా విద్యుత్తు జింకు నుండి రాగిలోనికి ప్రవహించును. రెండు ధ్రువముల పైకొన

లను రక్షిత రాగితీగతో కలిపినచో విద్యుత్తువలయము (Electric circuit) పూర్తికాబడి విద్యుత్తు ప్రవహించును. తీగతో కలపనిచో దానిని ఖండితవలయ (Open circuit) మనబడును. వాల్టాఘటమందు జింకురేకు డైల్యూటుసల్ఫ్యూరికామ్లములో కరుగు చున్నప్పుడు మాత్రమే రసాయనిక శక్తివలన విద్యుచ్ఛక్తి వచ్చును. విద్యుత్తు పీడన శక్తిలో భేదమే (Potential difference) విద్యుచ్చాలక బలము (Electromotive force) కాగా విద్యుత్తు రాగి నుండి జింకులోనికి తీగగుండా పైని ప్రవహించును. క్షితిజ సమాంతరతలములో స్వేచ్ఛగా



83-వ పటము వాల్టాఘటమాల.
1. జింకురేకు 2. గాజుపాత్ర
3. డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లము
4. రాగిరేకు.

తిరుగుటకు వీలుగా నమర్చబడిన అయస్కాంతపు సూచికపై విద్యుద్ఘటముయొక్క ధ్రువములను కలుపుచున్న రాగితీగెను కొంచెము ఎత్తులో అమర్చినచో అయస్కాంతపు ముల్లు తిరుగును. ముల్లు తిరిగినచో తీగెయందు విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నదని గ్రహింపవలెను. ముల్లు తిరగనిచో తీగలో విద్యుత్తు ప్రవహించుటలేదని తెలియును.

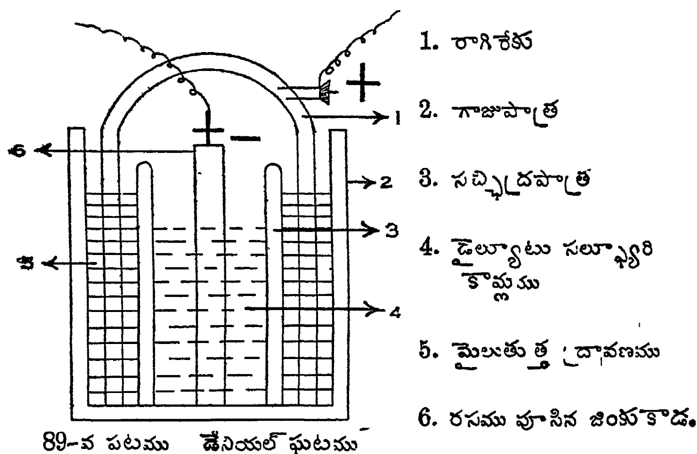
సామాన్య వాల్టా ఘటమునందు లోపములు:— దీనిలో రెండు లోపములు గలవు. (1) ధ్రువకరణము (Polarization) (2) స్థానికచర్య (Local Action).

(1) ధ్రువకరణము:—డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లము:లో జింకురేకు కరుగుచున్నప్పుడు పుట్టిన ఉదజనివాయువు రాగిరేకుపై నిలచియుండుటచే వ్యతిరేకవిద్యుచ్చాలక బలము (Back electromotive force) ఏర్పడి పైతీగలలో విద్యుత్ ప్రవాహము క్షీణించును. ఇట్టి లోపమును ధ్రువకరణము లేక పోలరైజేషను అందురు. దానిని పోగొట్టుటకు ఉదజనిని నీరుగా ఆక్సీకరణము చేయు ఒక ఆక్సీకరణ పదార్థమును (Oxidising Agent) ఉపయోగించవలెను. దానిని 'డీపోలరైజరు' అందురు.

(2) స్థానికచర్య:—బజారు జింకులో సాధారణముగా కర్బనము, ఇనుము మాలిన్యములుగా నుండును. వాటిలో నవి చిన్నచిన్న అంతర్వలయములుగా ఏర్పడి విద్యుత్ప్రవాహము పైకిరాకుండగనే లోలోపలనే ఖర్చగుచు జింకు కరగిపోవుచుండును. ఇట్టిలోపమునకు స్థానికచర్య అందురు. ఈ లోపమును పోగొట్టుటకు జింకుపై పాదరసము పూతపూయవలెను. దానిని రసమేళనముచేయుట (Amalgamation) అందురు. జింకు పాదరసమును కరగించుకొని మలినములేని శుద్ధజింకు సల్ఫ్యూరికామ్లముతో సంపర్కము కలిగించుకొనును.

వాల్టా ఘటమునందలి లోపములను పోగొట్టి, సక్రమముగా పనిచేయునట్టి విద్యుద్ఘటములు కొన్ని నిర్మింపబడినవి. వాటిని ప్రధానఘటములు (Primary cells) అందురు. డేనియల్ ఘటము, లెక్లాంచిఘటము, అనార్ద్రఘటము (Dry cell), బైక్రోమేటు ఘటము మొదలైనవి ప్రధాన విద్యుద్ఘటము లనబడును.

డేనియల్ ఘటము:—ఈ ఘటములో ఒక గాజుపాత్ర యందు ఒక సచ్ఛిద్రపాత్ర (Porous Pot) ఉండును. సచ్ఛిద్రపాత్రలో డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లము విద్యుత్తు ప్రేరేపక ద్రవముగా నుండును. అందులో కొంతవరకు మునుగుచు రసముపూసిన జింకుకాడ ఋణధ్రువముగా

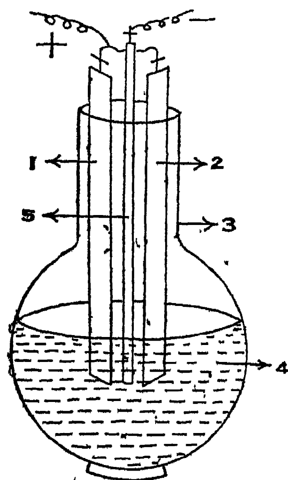


89–వ పటము డేనియల్ ఘటము

నుండును. గాజుపాత్రలో మైలుతుత్త ద్రావణము (Copper-Sulphate) డీపోలరైజరుగా నుండును. అందులో కొంత వరకు మునుగుచు రాగిరేకు ధనధ్రువముగా నుండును. జింకును రసమేళనము చేయుటవలన స్థానికచర్యాలోపము నవరింపబడును. మైలుతుత్త ద్రావణమును డీపోలరైజరుగా ఉపయోగించుటవలన పోలరైజేషను లోపము నవరింపబడును. డేనియల్ ఘటముయొక్క E. M. F. (Electromotive force) సుమారు 1·08 ఓల్టులు. అది స్థిరముగా నుండును.

స్థిరమైన E. M. F. గల విద్యుత్తు ప్రవాహము అవసరమైనచో డేనియల్ ఘటమును ఉపయోగింతురు. కాని డేనియల్ ఘటమును చాలసేపు ఉపయోగించుటకు వీలులేదు. కారణమేమనగా మైలుతుత్త ద్రావణము సచ్ఛిద్ర పాత్రగుండాపోయి జింకుకాడతో ప్రవర్తించి దానిపై రాగిపూతను ఏర్పరచి ఘటమును పనిచేయకుండ అడ్డును. డేనియల్ ఘటమును ఉపయోగించనప్పుడు, జింకు కాడ డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లముతో కూడిన సచ్ఛిద్ర పాత్రను పైకితీసి ఉంచుదురు.

బైక్రొమేటు ఘటము:— దీనిలో ఒక సచ్ఛిద్ర గాజు పాత్రయందు డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లము విద్యుత్తు



90–వ పటము
బైక్రొమేటు ఘటము

1, 2. కర్బనపు పలకలు (+)

3. గాజుపాత్ర

4. డైల్యూటు సల్ఫ్యూరికామ్లము, పొటాసియమ్ డైక్రొమేటు ద్రావణము కలిసిన మిశ్రమము.

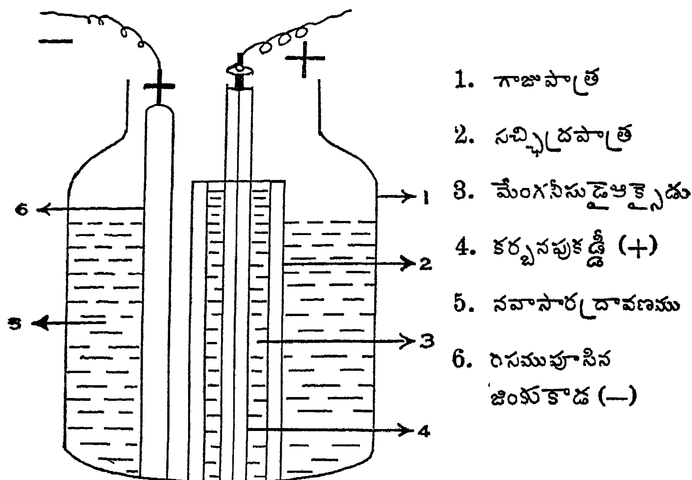
5. రసము పూసిన జింకుకాడ (—)

ప్రేరేపక ద్రవముగా నుండును. దానిలో కొంతవరకు మునుగుచు రసముపూసిన జింకుకాడ ఋణధ్రువముగా నుండును. గాజుపాత్రలో పొటాసియమ్ డైక్రోమేటు లేక ఎమోనియమ్ డైక్రోమేటు ద్రావణము డీపోలరైజరుగా నుండును. అందులో రెండు కర్బనపు పలకలు కొంతవరకు మునుగుచు ధన ధ్రువముగానుండును. ఈఘటముయొక్క E. M. F. సుమారు 2 ఓల్టులు. కనుక ఎక్కువ E. M. F. గల విద్యుత్తు తక్కువసేపు కావలసినచో బైక్రోమేటు ఘటమును ఉపయోగింతురు దీనిని ఉపయోగించనప్పుడు జింకుకాడను పైకితీసి ఉంచవలెను. (సచ్ఛిద్రపాత్ర లేకపోయినను ప్రమాదములేదు. ఒకపాత్రలోనే సల్ఫ్యూరికామ్లము, పొటాసియమ్ డైక్రోమేటుద్రావణము కలిసిన మిశ్రమము ఉండవచ్చును.)

లెక్లాంచిఘటము:— ఈ ఘటములో ఒక గాజుపాత్ర యందు ఒక సచ్ఛిద్రపాత్రయుండును. ఆ సచ్ఛిద్రపాత్రలో ఒక కర్బనపుకడ్డీ ధనధ్రువముగానుండి దానిచుట్టూ మేంగనీసు డయాక్సైడు డీపోలరైజరుగా కర్బనపుగుండతో కలిపి అమర్చబడియుండును. గాజుపాత్రలో చిక్కని ఎమోనియమ్ క్లోరైడు ద్రావణము (నవాసారము) విద్యుత్తు ప్రేరేపక ద్రవముగా నుండును. అందులో రసముపూసిన జింకుకాడ కొంతవరకు మునుగుచు ఋణధ్రువముగా నుండును. దీనియొక్క E. M. F. సుమారు 1·46 ఓల్టులు.

ఈ ఘటమును నిరంతరముగా నుపయోగించినచో విద్యుత్తుప్రవాహబలము తగ్గును. కొంతసేపు ఉపయోగించిన తరువాత విశ్రాంతినిచ్చినచో తగ్గిన విద్యుత్తుప్రవాహబలము

తిరిగివచ్చును. దానికి కారణమేమనగా మేంగనీసు డయాక్సైడు చురుకైన డీ పోలరైజరు కాదు. కనుక విద్యుత్తు



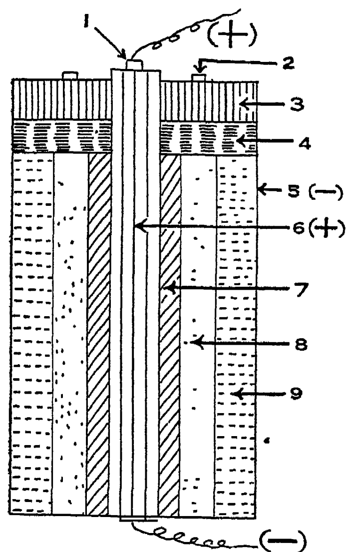
91-వ పటము లెక్లాంచిఘటము

ప్రవాహము నిరంతరముగా అవసరములేనటువంటి, టెలిఫోను, టెలిగ్రాఫు, విద్యుద్ఘంట మొదలైనవాటిలో లెక్లాంచీ ఘటమును ఉపయోగింతురు. నిరంతరమైన విద్యుత్తు ప్రవాహము రానప్పటికి మధ్య మధ్యను విశ్రాంతినిచ్చుట వలన లెక్లాంచిఘటము చాలకాలము పనిచేయును.

నిర్జలఘటము లేక అనార్ద్ర ఘటము (Dry cell):-

టార్చిలైట్లలో ఉపయోగపడునది నిర్జల ఘటమే. అది లెక్లాంచి ఘటముయొక్క మరియొక రూపము. ఎచ్చటికైనను సులభముగా తీసుకొనిపోవచ్చును (Portable).

దీనియందు నవాసారము ద్రావణరూపములో నుండక తడిపిన ముద్దగా నుండుటచే దీనిని నిర్జలఘటమందురు. కాని పూర్తిగా తడిలేకుండా ఉండదు. పూర్తిగా తడి లేనిచో నిర్జలఘటము పనిచేయదు. టార్చిలైట్లలో ఉపయోగించిన బేటరీ సెల్లును తీసి విరగగొట్టి పరిశీలించినచో దానియందలి భాగములు తెలియును.



92-వ పటము నిర్జలఘటము లేక అనార్ద్రఘటము (Dry cell)

1. ఇత్తడి టోపి 2. వాయువులు పోవుటకు రంధ్రము 3 కీలు (Pitch) 4. ఇసుకపొర లేక రంపపుపొట్టు పొర 5. జింకు డబ్బి (—) 6. కర్బనపు కడ్డీ (+) 7. మేంగనీసు డైఆక్సైడు+కర్బనపు గుండ+నవాసారము+జింకు క్లోరైడు కలసిన పేస్టు (No I) 8. నవాసారము+జింకుక్లోరైడు+ప్లేస్టర్ ఆఫ్ పేరిస్ కలసిన పేస్టు (No. II) 9. గ్లిసరీనుతో కలసిన నవాసారపు ముద్ద.

నిర్జల ఘటమందు ఒక జింకుడబ్బి ఋణధ్రువముగా నుండును. దానిపైని కాగితపుఅట్ట చుట్టబడి యుండును. జింకుడబ్బీలోపల మధ్యను ఒక కర్బనపుకడ్డీ ధనధ్రువముగా

నుండును. దాని పైని స్పర్శకొరకు ఇత్తడి టోపీ యుండును. కర్బనపుకాడ చుట్టూ మెంగనీసు డయాక్సైడు, కర్బనపు గుండ, నవాసారము, జింకు క్లోరైడు కలసిన నల్లని పేస్టు No. I ఉండును. ఆ పేస్టు చుట్టూ నవాసారము, జింకు క్లోరైడు, ప్లేస్టర్ ఆఫ్ పేరిసు కలసిన తెల్లని పేస్టు (No. II) ఉండును. దానిచుట్టు గ్లిసరీనుతో తడిపిన నవాసారపు ముద్ద ఉండును. వీటివలన తేమతనము పోకుండా యుండును. మీదను రంపపుపొట్టు పొర, దానిపైని కీలుపట్టు ఉండును. కీలుపట్టులో వాయువులు పోవుటకు రంధ్రములుండును. దీని యొక్క E. M. F. సుమారు 1·5 ఓల్టులు.

---

23. ఘటమాలలు (Batteries)

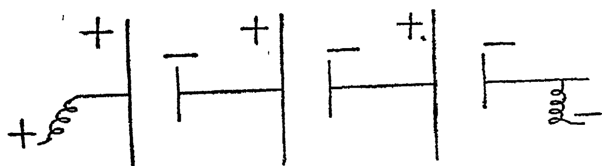
రెండుగాని, అంతకంటె ఎక్కువగాని ఒకేరకపు ఘటములయొక్క సమకూర్పునకు ఘటమాల (Battery) అనిపేరు. ఘటమాలలను సమకూర్చు విధానములు రెండు కలవు.

1. వరుసకూర్పు లేక శ్రేణిసంధానము (Cells in series)

2. సమానాంతరకూర్పు లేక సమాంతర సంధానము (Cells in parallel).

వరుసకూర్పుఘటములు(Cells in series):—ఈకూర్పులో మొదటిఘటముయొక్క ఋణధ్రువమును రెండవఘటము యొక్క ధనధ్రువముతోను, రెండవఘటముయొక్క ఋణ ధ్రువమును మూడవఘటముయొక్క ధనధ్రువముతోను ఈ విధముగా వరుసగా రక్షితరాగి తీగలతో కలుపుదురు.

మొదటిఘటముయొక్క ధనధ్రువము, చివరఘటముయొక్క ఋణధ్రువము ఘటమాలయొక్క అంత్యములగును. ఆ రెండింటిని రక్షితరాగి తీగలతో కలుపుటవలన విద్యుత్తువలయము పూర్తియై విద్యుత్తు ప్రవహించును. వరుసకూర్పువలన ఎక్కువ ఓల్టేజిగల విద్యుత్తు ప్రవహించును. యాంపియరేజి మారదు. బేటరీలైట్లలోను టెలిగ్రాఫ్‌నందును, విద్యుద్ఘటములను వరుసకూర్పులో కలిపి ఉపయోగింతురు.



93-వ పటము

వరుసకూర్పు ఘటమాల (Cell in series)

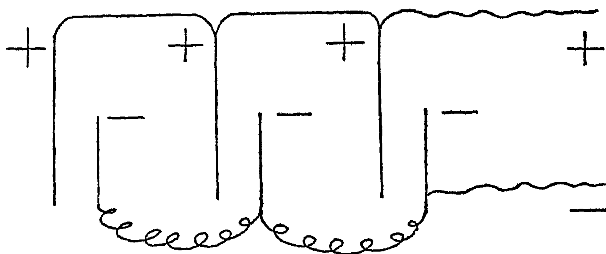
సమాంతర విద్యుద్ఘటములు (Cells in parallel) :—

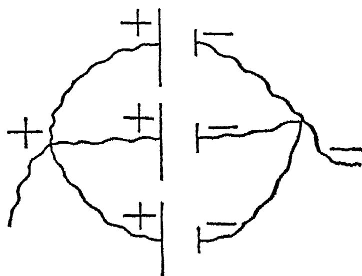
ఇట్టి కూర్పులో మొదటిఘటముయొక్క ధనధ్రువము రెండవ ఘటముయొక్క ధనధ్రువమునకును, రెండవఘటముయొక్క ధనధ్రువము మూడవ ఘటముయొక్క ధనధ్రువమునకును ఈ విధముగా ధనధ్రువములన్నియు కలుపబడును. అదే విధముగా ఋణధ్రువములన్నియు కలుపబడును. ధనధ్రువములన్నియు కలుపబడినకొన, ఋణధ్రువములన్నియుకలుపబడిన కొన ఘటమాలయొక్క అంత్యములగును. ఈ రెండు అంత్యములను కలిపినచో విద్యుత్తువలయము పూర్తియై విద్యుత్తు ప్రవహించును. సమాంతరఘటములకూర్పువలన యాంపియరేజి హెచ్చును. ఓల్టేజి మారదు.

విద్యుత్ ప్రవాహ ఫలితములు

(Effects of an Electric Current)

1. అయస్కాంత ఫలిత (Magnetic effect of an electric current) ప్రయోగము:—ఒక అయస్కాంత సూచికను ముల్లుపై నిలబెట్టినచో అది ఉత్తర దక్షిణ దిక్కుగా అమరుకొనును. దానిమీద కొంత ఎత్తులో ఒక తిన్నని





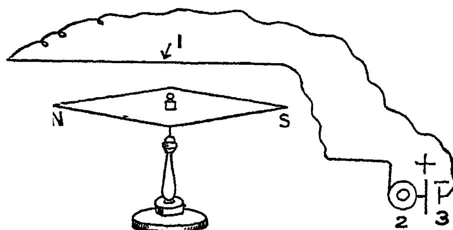
94-వ పటము

సమాంతరకూర్పు ఘటసాలలు

(Cells in parallel)

రక్షిత రాగితీగను సమాంతరముగా అమర్చి ఆ తీగయొక్క కొనలను ఒక బేటరీయొక్క అంత్యములకు ఒక కీ ద్వారా తగిలించి కీ నొక్కినచో అయస్కాంతసూచిక తిరుగును. కీని తీసినచో అయస్కాంతసూచిక యథాస్థానమునకు మరలి వచ్చి నిలచును. కీ నొక్కినప్పుడు రక్షిత రాగితీగగుండా

విద్యుత్తు ప్రవహించును; దానివలన అయస్కాంత సూచిక తిరుగును. అయస్కాంత సూచిక తిరుగుటకు ఒక అయస్కాంత ధ్రువమును దానివద్దకు తేవలెనుగదా! రక్షిత రాగితీగెలో విద్యుత్తు ప్రవహించినప్పుడు దానిచుట్టూ అయస్కాంత క్షేత్ర మేర్పడి దాని ఫలితముగా అయస్కాంత సూచిక తిరుగును. కనుక ఒక రక్షిత రాగితీగెగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు అయస్కాంతఫలితము కలుగునని ఈ ప్రయోగము వలన తెలుసుకొనగలము. ఈ ప్రయోగమును మొదట ఒయర్‌స్టిడ్ అను విజ్ఞుడు చేసి ఫలితములను కనిపెట్టెను.



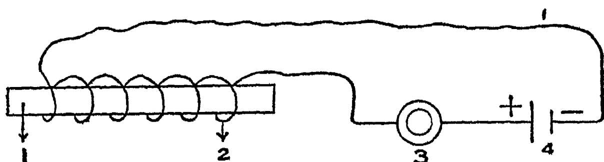
95-వ పటము అయస్కాంత సూచిక.

1. రక్షిత రాగితీగ 2. కీ 3. బేటరీ.

విద్యుదయస్కాంతము (Electro magnet):-ఒక మెత్తని ఇనుప కాడపైని రక్షిత రాగితీగను అనేక చుట్లుగా చుట్టి ఆ తీగయొక్క కొనలను కీద్వారా ఒక బేటరీయొక్క అంత్యములకు కలిపి, కీ నొక్కినచో తీగగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించును. అప్పుడు తీగచుట్ల లోపలగల మెత్తని ఇనుపకాడ అయస్కాంతమై ఇనుపరజనును ఆకర్షించును. కీ తీసినచో విద్యుత్తుప్రవాహము ఆగి, మెత్తని ఇనుపకాడలో అయస్కాంతశక్తి పోయి, ఇనుపరజను పడిపోవును. మెత్తని ఇనుప

కాడ అంతస్థుపై రక్షిత రాగితీగ చుట్టబడిన ఏర్పాటునకు విద్యుదయస్కాంతమని పేరు.

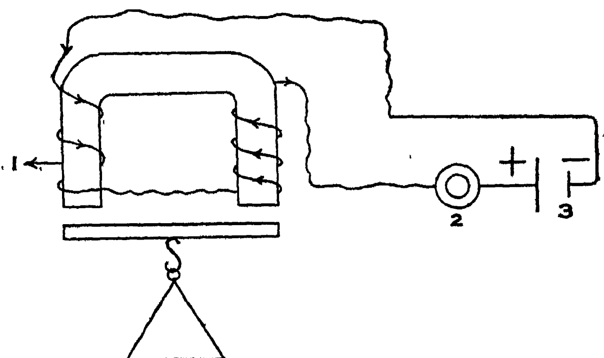
తీగచుట్టలో విద్యుత్తు ప్రవహించుచున్నంతసేపు మెత్తనిఇనుపకాడ అయస్కాంతముగా పనిచేసి, తీగచుట్టలో



96-వ పటము దండ విద్యుదయస్కాంతము.

1. మెత్తని ఇనుపకాడ అంతస్థు 2. రక్షితరాగితీగ 3. కీ 4. బేటరీ

విద్యుత్తుప్రవాహము ఆగిపోగానే దానిలో అయస్కాంతశక్తి పోవును. కనుక విద్యుత్తువలనకలిగిన అయస్కాంతఫలితము ననుసరించి విద్యుదయస్కాంతములను మెత్తని ఇనుమును ఉపయోగించి తయారుచేయుదురు.



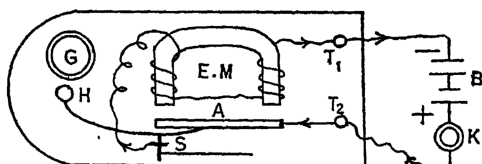
97-వ పటము గుఱ్ఱపునాడాకారపు విద్యుదయస్కాంతము.

1. గుఱ్ఱపునాడాకారపు మెత్తని ఇనుపకడ్డీ 2. కీ 3. బేటరీ

గుఱ్ఱపు నాడాకారపు విద్యుదయస్కాంతములను ఏర్పాటుచేయుటలో గుఱ్ఱపు నాడాకారపు మెత్తని ఇనుప కడ్డీపై రక్షితతారాగతీగను ఒకవైపు ఒకదిశలోను, రెండవవైపు వ్యతిరేకదిశ (అపసవ్యముగాను) లోను చుట్టుదురు.

విద్యుద్ఘంట (Electric Bell), టెలిఫోను, టెలిగ్రాఫు మొదలైన పరికరములలో విద్యుదయస్కాంతము లుపయోగ పడును. పెద్ద పెద్ద ఇనుపవస్తువులను ఎత్తుటకు ఎలక్ట్రిక్ క్రేనులలో విద్యుదయస్కాంతములు ఉపయోగపడును.

విద్యుద్ఘంట (Electric Bell):—విద్యుత్తు వలన కలిగిన అయస్కాంత ఫలితము ననుసరించి విద్యుద్ఘంట పనిచేయును. దీనిలో ముఖ్యమైన భాగము విద్యుదయస్కాంతము. విద్యుద్ఘంటలో భాగములు పటములో చూపబడినవి. అవన్నియు ఒక కఱ్ఱచెక్కపై సరియగురీతిని అమర్చబడియుండును.



98-వ పటము విద్యుద్ఘంట (Electric Bell)

E. M. = గుఱ్ఱపు నాడాకారపు విద్యుదయస్కాంతము

A = సుత్తితో కూడిన ఆర్మేచరు.

H = సుత్తి.

G = గాంగు (గంట).

S = స్పర్శ పుమర (Contact Screw).

T_1, T_2 = అంత్య పుమరలు (Binding terminal Screws).

B = బేటరీ.

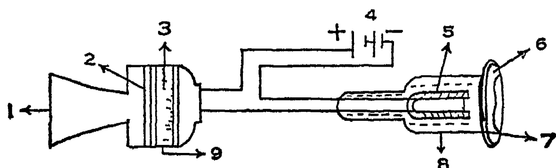
K = కీ.

పనిచేయువిధానము:—కీ నొక్కినచో బేటరీ నుండి విద్యుత్తు స్పర్శపుమరగుండా విద్యుదయస్కాంతపు తీగ చుట్టలోనికి ప్రవహించును. అప్పుడు అది అయస్కాంతమై ఆర్మేచరును ఆకర్షించును. కనుక సుత్తి గంటను కొట్టును. ఆర్మేచరు ఆకర్షింపబడగానే స్పర్శమరవద్ద విద్యుత్ వలయము తెగి విద్యుత్ ప్రవాహము ఆగిపోవును. వెంటనే ఆర్మేచరు విడువబడి తిరిగి స్పర్శపుమరను తాకుటచే విద్యుత్ వలయము పూర్తియై తొలిరీతిని గంటకొట్టబడును. ఈ రీతిగా స్పర్శపు మరవద్ద విద్యుత్ వలయము అతితొందరగా పూర్తియగుచు, తెగుచుండుటచే ఆర్మేచరుకూడ అతితొందరగా ఆకర్షింపబడి విడువబడుచు గంట గణ గణ కొట్టబడుచుండును.

టెలిఫోను:—దీనిని మొదట గ్రహామ్‌బెల్ అను విజ్ఞుడు కనిపెట్టెను. కనుక దానిని బెల్ టెలిఫోను అందురు. ఒక చోట నున్న మనుజుడు వేరొకచోట నున్నవానితో మాట్లాడుటకు టెలిఫోను ఉపయోగపడును. టెలిఫోనులో ఒక ప్రేషకము (Transmitter), ఒక గ్రాహకము (Receiver) ఉండును. బెల్ టెలిఫోనులో ప్రేషకమునందును, గ్రాహకమునందును భాగములు ఒక్క రీతిగానే యుండును. కాని ప్రేషకములో శబ్ద తరంగములు విద్యుత్ ప్రవాహములుగా మార్చబడును. గ్రాహకములో విద్యుత్ ప్రవాహములు శబ్దతరంగములుగా మార్చబడును. బెల్ టెలిఫోను వలన వార్తలను చాలా దూరము పంపుటకు వీలుపడదు. కనుక నవీన టెలిఫోనులో కార్బన్ మైక్రొఫోను ప్రేషకముగాను, బెల్ గ్రాహకమే గ్రాహకముగాను ఉండును. దానివలన వార్తలను చాలా

దూరము పంపవీలగుచున్నది. విద్యుత్తువలన కలిగిన అయస్కాంత ఫలితమునను సరించి టెలిఫోను పనిచేయును.

ఒక ట్రాన్స్మిటరు, ఒక రిసీవరు జంటపరచి ఒక చట్రములో అమర్చబడి యుండును. ఒక చట్రములో అమర్చబడిన ట్రాన్స్మిటరు వేరొకచోట చట్రములో అమర్చబడిన రిసీవరుతో లైనుతీగల ద్వారా బేటరీగుండా కలుపబడి యుండును. అదేవిధముగా ఆ చట్రమందలి రిసీవరు వేరొకచోట చట్రమందలి ట్రాన్స్మిటరుతో లైనుతీగల ద్వారా బ్యాటరీగుండా కలుపబడి యుండును. ఒక చట్రమందలి ట్రాన్స్మిటరును మూతివద్దను, రిసీవరును చెవివద్దను పెట్టుకొని వేరొక చోట గల మనుజునితో మాట్లాడుటయు, అతడు మాట్లాడినది వినుటయు జరుగుచుండును.



99-వ పటము టెలిఫోను (Telephone)

1. భాషణద్వారము (Mouth Piece) 2. పలుచని ఇనుపరేకు విభాజకము 3. కర్బనపురేణువులు 4. బేటరీ 5. విద్యుదయస్కాంతము 6. శ్రవణ ద్వారము (Ear Piece) 7. పలుచని ఇనుపరేకు విభాజకము 8. బెల్ రిసీవరు 9. కర్బనపుపెట్టె (కార్బన్ మైక్రోఫోన్ ట్రాన్స్మిటరు)

ట్రాన్స్మిటరులో గల్లా ఆకారముగల గొట్టముండును. ఆ గొట్టమునందు పలుచని ఇనుపరేకు విభాజకము, (Diaphragm), దానివెనుక కర్బనపు పెట్టెలో కర్బనపు

రేణువులు అమర్చబడి యుండును. ఆ పెట్టె ఒకవైపు లైను వైరునకును, రెండవవైపు విద్యుద్ఘటముల (Electric Battery) కును కలుపబడియుండును. ట్రాన్స్మిటరు యొక్క భాషణ ద్వారమువద్ద మాట్లాడినప్పుడు ఏర్పడిన శబ్దతరంగములు కార్బన్ మైక్రోఫోను ట్రాన్స్మిటరుచే విద్యుత్తు ప్రవాహము లుగా మార్చబడి లైనువైరుగుండా ప్రవహించును.

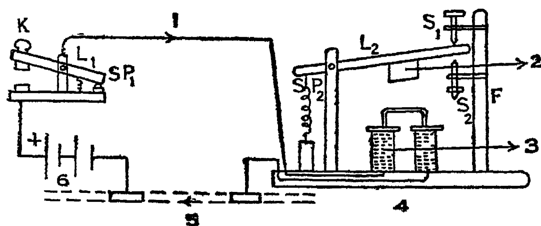
రిసీవరులో గుఱ్ఱపునాడాకారపు విద్యుదయస్కాంతము, దానిముందర పలుచని ఇనుపరేకు విభాజకము, శ్రవణ ద్వారముతో ఒక గొట్టమునందు అమర్చబడి యుండును. ఆ విద్యుదయస్కాంతముయొక్క తీగచుట్టకొనలలో ఒకటి లైనువైరునకును, రెండవది బేటరీకిని కలుపబడి యుండును. ట్రాన్స్మిటరునుండి శబ్దతరంగముల కనుగుణ్యమైన విద్యుత్తు ప్రవాహపు మార్పులు లైనువైరుగుండా రిసీవరునందలి విద్యుదయస్కాంతము యొక్క తీగచుట్టలోనికి రాగానే ఆ విద్యుదయస్కాంతము యొక్క ఆకర్షణలను ఇనుపరేకు విభాజకములోబడి కంపించును. ఆ కంపనములవలన శబ్ద తరంగములేర్పడి తొలిశబ్దము పునరుద్ధరింపబడి ట్రాన్స్మిట రులో మాట్లాడినమాటలు రిసీవరుద్వారా చెవికి వినబడును.

---

24. టెలిగ్రాఫ్

తీగలద్వారా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసి సాంకేతిక రూపములలో వార్తలను అతివేగముగా దూరముగానున్న వారికి అందజేయు సాధనమునకు ఎలక్ట్రిక్ టెలిగ్రాఫ్ అని పేరు. ఈ సాధనమును, వార్తల సాంకేతిక సంజ్ఞలను మోర్సు

అను విజ్ఞుడు మొదట కనిపెట్టెను. విద్యుత్తువలన కలిగిన అయస్కాంతఫలితము ననుసరించి విద్యుదయస్కాంతముపై నాధారపడి టెలిగ్రాఫ్ పనిచేయును.



100-వ పటము టెలిగ్రాఫ్ - అందలి భాగములు
1. లైను తీగ (Line wire) 2. ఆర్మేచరు 3. విద్యుదయస్కాంతము 4. రిసీవరు లేక సౌండరు 5. భూమి 6. బేటరీ.

టెలిగ్రాఫ్‌నందు ప్రేషకము లేక కీ (Transmitter or Key) మరియు గ్రాహకము లేక సౌండరు (Receiver or Sounder) అనునవి ముఖ్యమైన భాగములుగా నుండును. ఈ రెండును తీగలచే కలుపబడి యుండును.

కీ లేక ట్రాన్స్మిటరు:—దీనియందు లోహముతో చేయబడిన ఒక తులాదండము 'L_1' ఒక కొయ్యస్తంభమునకు బిగింపబడి యుండును. ఈ తులాదండము మధ్య ఒక తీగ కలుపబడి యుండును (లైనుతీగ). దానికొకవైపు ఒక స్ప్రింగు SP_1 ఉండును. దానివలన తులాదండము పైకి ఎత్తబడి యుండును. తులాదండపు K కొనకు ఎబొనైటుగుండీ (అవిద్యుద్వాహకము) అమర్చబడియుండును. ఆ గుండీని నొక్కినచో విద్యుద్వలయము పూర్తియై లైనుతీగగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించి సౌండరును చేరును.

రిసీవరు లేక సౌండరు:—దీనియందొక గుఱ్ఱపునాడాకారపు విద్యుదయస్కాంత ముండును. దానిపై నొక తులాదండము 'L_2' పనిచేయుచుండును. విద్యుత్తు ప్రవాహము లేనప్పుడు తులాదండపు కొనను SP_2 అను స్ప్రింగు క్రిందికి లాగి పట్టుకొనుటచే రెండవకొన 'F' నకు అతికియున్న S_1 లోహపుమేకునకు తాకుచుండును. తులాదండపు మధ్య భాగమున ఒక చిన్న ఇనుపముక్క A అతుకబడి యుండును. దానిని ఆర్మేచరు అందురు. విద్యుదయస్కాంతములో విద్యుత్ ప్రవాహమున్నప్పుడు అయస్కాంతముచే ఆర్మేచరు ఆకర్షింపబడి తులాదండపుకొన దానిఅడుగునగల 'S_2' లోహపుమేకునకు తగిలి చిన్న శబ్దము కలుగును.

టెలిగ్రాఫ్ పనిచేయు విధానము

పటములో చూపబడిన విధముగా ట్రాన్స్మిటరు లేక కీ ఒక యూరిలోను, రిసీవరు లేక సౌండరు వేరొక యూరిలోను లైనుతీగతో కలుపబడియున్న వనుకొనుము. విద్యుత్ ప్రవాహము లేనప్పుడు సౌండరులో తులాదండము 'S_1' మేకును తాకుచుండును. ఒక యూరిలో ట్రాన్స్మిటరు నందలి ఎబొనైటుగుండీ నొక్కుదురు. వెంటనే విద్యుత్ వలయము పూర్తియై రెండవయూరిలో సౌండరునందలి విద్యుదయస్కాంతపు తీగచుట్టలోని విద్యుత్తు ప్రవహించి ఆర్మేచరు ఆకర్షింపబడి తులాదండపుకొన 'S_2' మేకునకు తగిలి 'టక్' అను శబ్దము నిచ్చును. ట్రాన్స్మిటరులో ఎబొనైటుగుండీని నొక్కుట మానినంతనే విద్యుద్వలయము తెగి, సౌండరులో విద్యుదయస్కాంతము అయస్కాంతత్వమును

గోలోఁవును. వెంటనే ఆర్మేచరు విడువబడి తులాదండపు కొనమీాదకు పోయి 'S_1' మేకునకు తగిలి 'టక్' అను శబ్దమును కలిగించును. ఈ విధముగా ఒకస్టేషనునందలి ట్రాన్స్మిటరులో ఎబోనైటుగుండీని నొక్కి విడచుచుండుటవలన రెండవ స్టేషనులో సౌండరునందు 'టక్ టక్' అను శబ్దములు కలుగుచుండును. రెండు వరుస 'టక్ టక్' శబ్దములమధ్య విరామము చాల తక్కువగనున్నచో దానిని చుక్క (Dot) అనియు, రెండు వరుస 'టక్ టక్' శబ్దములమధ్య విరామము ఎక్కువగ నున్నచో దానిని గీత (Dash —) అనియు సాంకేతికములను ఏర్పరచిరి. ఆ సాంకేతికములతో ఇంగ్లీషు భాషయందలి అక్షరములను, అంకెలను సూచించుచు మోర్సుఅను విజ్ఞుడు ఒక సంహితను (Code) తయారుచేసెను. దాని నుపయోగించి నేడు టెలిగ్రాఫ్‌ద్వారా వార్తలను తెలియజేయుచున్నారు.

మోర్సు కోడు (Morse code)

A = . —	(చుక్క, గీత - Dot and Dash)
B = — . . .	(గీత, మూడుచుక్కలు)
C = — . — .	(గీత, చుక్క, గీత, చుక్క)
D = — . .	(గీత, రెండుచుక్కలు)
E = .	(చుక్క)
F = . . — .	(రెండుచుక్కలు, గీత, చుక్క)
G = — — .	(రెండు గీతలు, చుక్క)
H = ...	(4 చుక్కలు)
I = . .	(రెండుచుక్కలు)
J = . — — —	(చుక్క, మూడుగీతలు)
K = — . —	(గీత, చుక్క, గీత)
L = . — . .	(చుక్క, గీత, రెండుచుక్కలు)

M = — — (రెండుగీతలు)

N = — . (గీత, చుక్క)

O = — — — (3 గీతలు)

P = . — — . (చుక్క, రెండుగీతలు, చుక్క)

Q = — — . — (రెండుగీతలు, చుక్క, గీత)

R = . — . (చుక్క, గీత, చుక్క)

S = . . . (మూడుచుక్కలు)

T = — (ఒక గీత)

U = . . — (రెండుచుక్కలు, గీత)

V = . . . — (మూడుచుక్కలు, గీత)

W = . — — (చుక్క, రెండుగీతలు)

X = — . . — (గీత, రెండుచుక్కలు, గీత)

Y = — . — — (గీత, చుక్క, రెండుగీతలు)

Z = — — . . (రెండుగీతలు, రెండుచుక్కలు)

విద్యుత్తువలన కలిగిన ఉష్ణఫలితము - ఎలక్ట్రిక్ హీటర్లు:—నికెలు, క్రోమియముకలసిన మిశ్రలోహముతో చేయబడిన ఒక సన్నని పొడవైన నిక్రోము తీగయొక్క కొనలను కీ ద్వారా బేటరీకి తగిలించి కీ నొక్కు. తీగను చేతితో తాకినచో తీగ వేడిగానుండును. ఇది విద్యుత్తువలన కలిగినఉష్ణఫలితము. దీనికి కారణమేమి? విద్యుద్వాహకమగు తీగగుండా విద్యుత్‌ను ప్రవహింపజేసినచో తనగుండా విద్యుత్తు ప్రవహింపకుండా అడ్డుటకు తీగ ప్రయత్నించును. ఇట్లు విద్యుత్తు ప్రవహింపకుండా తీగయొక్క అడ్డెడిశక్తికి విద్యున్నిరోధము (Electrical Resistance) అనిపేరు. విద్యుద్వాహకమగు తీగగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునపుడు తీగ కలిగించిన నిరోధమువలన తీగలో ఉష్ణము జనించును. తీగయొక్క నిరోధము దాని స్వభావము,

పొడవు, మందముపై ఆధారపడియుండును. కొన్ని పదార్థములతో చేయబడిన తీగలు ఎక్కువ నిరోధమును, మరికొన్ని పదార్థములతో చేయబడినవి తక్కువనిరోధమును కలిగించును. కర్బనము, టంగ్‌స్టన్, నిక్రోము మొదలైన పదార్థములతో చేయబడిన తీగలు రాగి, వెండి మొదలైన పదార్థములతో చేయబడిన తీగలకంటె ఎక్కువ విద్యున్నిరోధమును కలిగించును. ఒకేపదార్థముతో చేయబడిన తీగలలో దళసరి తీగలకంటె సన్నని తీగలును, పొట్టి తీగలకంటె పొడవు తీగలును ఎక్కువ విద్యున్నిరోధమును కలిగించును. కనుక ఒక సన్నని పొడవైన నిక్రోము తీగగుండా విద్యుత్తును ప్రవహింప జేసినచో ఆ తీగ కలిగించిన విద్యున్నిరోధము వలన ఆతీగలో ఉష్ణము జనించును.

ఒక విద్యుద్వాహకములో విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు జనించిన ఉష్ణరాశి, విద్యుత్తు ప్రవాహముయొక్క పరిమాణమునుబట్టియు, అది ప్రవహించెడి కాలమునుబట్టియు, విద్యుద్వాహకము యొక్క విద్యున్నిరోధమును బట్టియు ఉండును. ఒక వాహకములో ఒక సెకండుకాలములో ప్రవహించుచున్న విద్యుత్తు ప్రవాహము యొక్క పరిమాణము హెచ్చుచున్నకొలది వాహకములో జనించు ఉష్ణరాశికూడ హెచ్చగుచుండును. అట్లే ఒకవాహకములో ఒకేపరిమాణము గల విద్యుత్తును ఎక్కువకాలము పంపుచున్నచో అందులో జనించిన ఉష్ణరాశికూడ హెచ్చగుచుండును.

ఒక వాహకమునందు విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు ఉష్ణము జనించునన్న సూత్రము ననుసరించి విద్యుచ్ఛక్తిని

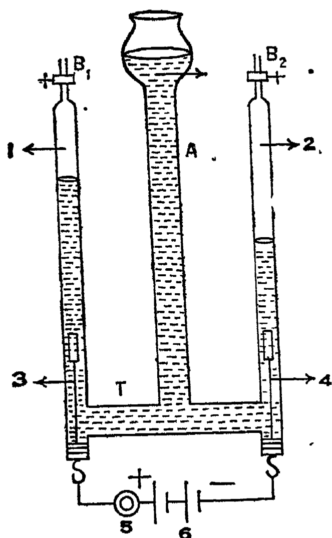
ఉష్ణోత్పత్తికి ఉపయోగించుచు అనేకసాధనములున్నవి. అట్టి సాధనములే ఎలక్ట్రిక్ హీటరు, ఎలక్ట్రిక్ స్టౌవ్, ఎలక్ట్రిక్ ఇస్త్రీ పెట్టె మొదలైనవి. ఈ సాధనము లన్నిటిలోను తగిన పొడవు గల సన్నని నిక్రోముతీగచుట్ట ఉపయోగపడును. ఆ తీగచుట్ట ద్వారా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసినప్పుడు వానియందు అధికోష్ణము జనించును.

ఎలక్ట్రిక్ స్టౌవ్‌లో రెండుగాని, అంతకంటె ఎక్కువ గాని నిక్రోము తీగచుట్టలు తగినరీతిని మైకా లేక ఏస్బెస్టాస్ ముక్కలపై చుట్టబడి ఒకస్విచ్చి ఏర్పాటైయుండును. స్విచ్చిని వేరువేరు స్థానములలో నొక్కుటవలన అధిక, అల్ప, మధ్యమ ఉష్ణములను జనింపజేయవచ్చును.

ఇస్త్రీపెట్టెలో నిక్రోముతీగచుట్టను బాగా రక్షితము (Insulate) చేసి ఉపయోగింతురు. ఆ రక్షిత నిక్రోము తీగచుట్టను ఇస్త్రీపెట్టెలో అడుగున అమర్చి ఇనుపప్లేటు ఏకరాశి ఉష్ణతను పొందునట్లు చేయుదురు. అత్యధిక ఉష్ణము జనింపకుండా ఏదో ఒక స్థిరఉష్ణతవద్ద ఉండునట్లు చేయుటకు ఏర్పాటుండును.

ఎలక్ట్రిక్ ఇమ్మర్షన్ హీటరునందు నిక్రోము తీగచుట్ట ఒక స్ప్రింగువలె చుట్టబడియుండును. ద్రవముతో సంపర్కము కలుగకుండా సిమెంటు పూతతో సురక్షితము చేయబడి రాగి లేక ఎల్యూమినియమ్ సిలికన్ కప్పులో అమర్చబడియుండును. దానిని ద్రవముగల పాత్రలో మునుగనిచ్చి ఆ తీగగుండా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసినచో ద్రవము వేడెక్కును.

విద్యుత్తువలన రసాయనిక ఫలితము - విద్యుత్ పృథః కరణము (Electrolysis) :— ప్రక్కపటములో చూపబడిన పరికరమును వాల్టామీటరు అందురు. అందులో రెండు బ్యూరెట్లు B_1, B_2 తలక్రిందులుగా నిలబెట్టబడి అడుగున 'T' అను గొట్టముతో కలుపబడినవి. ఆ బ్యూరెట్ల నడుమ 'T' అను మధ్యగొట్టముతో కలుపబడి నిలువుగా 'A' అను ఒక గొట్టమున్నది. దానిమీది కొన గల్లా ఆకారము కలిగియున్నది. ఒక్కొక్క బ్యూరెట్టు అడుగుకొనకు రబ్బరుబిరడా గట్టిగా బిగింపబడి దానికొక ప్లాటినము ఎలక్ట్రోడు అమర్చబడి యున్నది. ఒకొక్క బ్యూరెట్టు మీది కొనవద్ద మార్గనిరోధిని కలదు. మధ్య



101-వ పటము వాల్టామీటరు.

1. ఆమ్లజనివాయువు 5. కీ
2. ఉదజనివాయువు 6. బేటరీ.
3, 4. ప్లాటినమ్ ఎలక్ట్రోడ్లు.

గొట్టముయొక్క గల్లాగుండా కొద్దిగా గాఢసల్ఫ్యూరికామ్లము కలుపబడిన ఆమ్లితజలమునుపోసి మార్గనిరోధినులను విప్పి, వాల్టామీటరుయొక్క బ్యూరెట్లను చివరకొనలవరకు ఆమ్లిత జలముతో నింపి మార్గనిరోధినులను కలుపవలెను. ఒక కీ ద్వారా ప్లాటినమ్ ఎలక్ట్రోడ్లను బేటరీయొక్క అంత్యములకు రక్షిత రాగితీగలతో కలిపి కీ నొక్కవలెను.

ప్లాటినపు ఎలక్ట్రోడ్లవద్ద వాయుబుడగలు ఏర్పడుచు బ్యూరెట్టమీది భాగమున చేరును. కొంతసేపైన తరువాత కీని తీసివేసి విద్యుత్ ప్రవాహమును ఆపి బ్యూరెట్లలో చేరిన వాయువులను పరిశీలించవలెను. బేటరీయొక్క ధనధ్రువము నకు కలిపిన ప్లాటినపు ఎలక్ట్రోడుగల బ్యూరెట్లలో చేరిన వాయువు 20 c. c. అయినచో, ఋణధ్రువమునకు కలిపిన ప్లాటినపు ఎలక్ట్రోడుగల బ్యూరెట్టులో చేరిన వాయువు 4. c. c. ఉండును. మొదటివాయువులో నిప్పుపుడక కాంతివంతముగా మండును. కనుక ఆవాయువు ఆక్సిజను రెండవ వాయువులో మండుచున్న పుడక ఆరిపోయి వాయువే ధ్వనితో మండును. కనుక ఆ వాయవు హైడ్రోజను. కనుక ఆమ్లితజలములోనికి విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినచో ఆ జలము ఉదజని : ఆమ్లజని = 2:1.

ఘనపరిమాణ నిష్పత్తిలో రసాయనిక వియోగము చెంది ఋణధ్రువము (కేథోడు) వద్ద ఉదజని, ధనధ్రువము (ఏనోడు) వద్ద ఆమ్లజని చేరును. ఇది విద్యుత్తువలన కలిగిన రసాయనికఫలితము. కారణమేమనగా సంయోగపదార్థమగు నీరు, ఉదజని, ఆమ్లజని అను రెండు క్రొత్తపదార్థములుగా విద్యుత్తువలన వియోగింపబడినది. విద్యుత్తువలన కలిగిన యిట్టివియోగమునకు విద్యుత్ పృథఃకరణము (Electrolysis) అనబడును. దీనిని ప్రత్యేకముగా విద్యుత్ జలపృథఃకరణము (Electrolysis of water) అందురు. ఆ పరికరమును, జల వాల్టామాపకము (Water Voltameter) అందురు.

ఈ ప్రయోగములో నీటిని విద్యుద్వాహకముగా జేయుటకు కొద్దిగా గాఢసల్ఫ్యూరికామ్లమును కలిపి ఆమ్లితము చేయుదురు.

కొన్ని పదార్థములు విద్యుత్తును తమగుండా ప్రవహింపజేయును. అట్టివాటిని విద్యుద్వాహకములు (Electrical conductors) అందురు. లోహములు, కర్బనము, గ్రాఫైటు, కొన్ని లవణద్రావణములు, ఆమ్లములు, క్షారములు విద్యుద్వాహకములు. కొన్ని పదార్థములు విద్యుత్తును తమగుండా ప్రవహింపనీయవు. అట్టివాటిని విద్యుదవాహకములు (Electrical Non conductors) అందురు. మంచినీరు, రబ్బరు, ప్లాస్టిక్, సిల్కు, నూలు, పోర్సిలైను, ఏస్బెస్టాసు (రాతినార), కఱ్ఱ మొదలైనవి విద్యుదవాహకములు. ఆమ్లములు, క్షారములు కొన్ని లవణద్రావణములు, ఆమ్లముతో కూడిన నీరువంటి విద్యుద్వాహకములద్వారా విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు అవి రెండుభాగములుగా రసాయనిక వియోగమును పొందును. అట్టి విద్యుద్వాహకములను విద్యుద్విచ్ఛేద్యద్రవ్యములు (Electrolysis) అందురు. విద్యుత్ ప్రవాహము వలన ఒక విద్యుద్విచ్ఛేద్యద్రవ్యము పొందు రసాయనిక వియోగమునకు విద్యుత్ పృథక్కరణము (Electrolysis) అని పేరు.

ఒక గాజుపాత్రలో మెలుతుత్త ద్రావణము (Copper Sulphate Solution) నందు రెండు రాగిరేకులను ఎలక్ట్రోడ్లుగా అమర్చి వాటి పైకొనలను రక్షిత రాగితీగలతో కీ ద్వారా బేటరీయొక్క అంత్యములకు తగిలించి కీ నొక్కినచో, కాపర్ సల్ఫేటు ద్రావణములోనికి విద్యుత్తు

ప్రవహించి విద్యుత్ పృథఃకరణము జరుగును. బేటరీయొక్క ఋణధ్రువమునకు కలుపబడిన రాగిరేకు ఎలక్ట్రోడు అనగా కేథోడుపైని రాగిపూత ఏర్పడును. రెండవ రాగిరేకు అనగా ఏనోడువద్దకు సల్ఫేటుచేరి తిరిగి కాపర్ సల్ఫేటు ఏర్పడును. కనుక ఒక లవణద్రావణము (Electrolyte) లోనికి విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపినచో విద్యుత్ పృథఃకరణము జరిగి లవణద్రావణమందలి లోహభాగము కేథోడువద్దకును, లోహేతరభాగము ఏనోడువద్దకును 'ఆకర్షింపబడును.' కనుక లోహములను విద్యుత్ ధనావేశములు (Electro positive) అనియు, లోహేతరములను విదుత్ ఋణావేశములు (Electro negative) అనియు అందురు.

విద్యుత్ జల పృథఃకరణములో ఉదజని మాత్రము లోహేతరమైనప్పటికి లోహములవలె కేథోడువద్దకు ఆకర్షింపబడుటచే దానిని విద్యుత్ ధనావేశపదార్థ మందురు.

విద్యుత్తువలన కలిగిన రసాయనిక ఫలితమగు విద్యుత్ పృథఃకరణము ననుసరించి విద్యుల్లేపనము (Electro plating), విద్యున్ముద్ర (Electro typing), గ్రామఫోనుఁరికార్డు తయారు చేయుట, ఖనిజములనుండి లోహములను తీయుట మొదలైనవి జరుగుచున్నవి.

విద్యుత్తువలన కలిగిన కాంతి ఫలితము-విద్యుద్దీపములు

ఒక లోహపు తీగగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు ఆ తీగ వేడెక్కునని తెలుసుకొని యున్నాము. ఘాడవుగానున్న నిక్కెలి సన్నని తీగగుండా బలమైన విద్యుత్తును ప్రవహింప జేసినచో ఆ తీగ కలిగించిన అత్యధిక

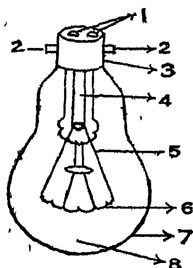
నిరోధము వలన ఆ తీగ శ్వేతోష్ణముగా వేడెక్కి వెలుగు నిచ్చును. కాని ఆ వేడికి ఆ తీగ కరగిపోకుండా ఉండవలెను. కనుక ఎక్కువ నిరోధకశక్తి, ఎక్కువ ద్రవీభవన స్థానముగల పదార్థముతో చేయబడిన పొడవైన మిక్కిలి సన్నని తీగ గుండా బలమైన విద్యుత్తు ప్రవహించునప్పుడు ఆ ఫిలమెంటు శ్వేతోష్ణముగా వేడెక్కి వెలుగు నిచ్చును. విద్యుత్తు వలన కలిగిన యీ కాంతిఫలితము ననుసరించి ఫిలమెంటు విద్యు ద్దీపములు నిర్మింపబడినవి.

మొట్టమొదట ఇంగ్లాండులో స్వాన్ అను విజ్ఞుడును, అమెరికాలో ఎడిసన్ అను విజ్ఞుడును ఫిలమెంటు విద్యు ద్దీపములను కనిపెట్టి నిర్మించిరి. మొదట ఎడిసన్ తన విద్యు ద్దీపములో ప్లాటినమ్ ఫిలమెంటును ఉపయోగించెను. కాని కొలది కాలములోనే ఆ ప్లాటినమ్ ఫిలమెంటు పెళుసెక్కి విరిగిపోవుచు మన్నిక తక్కువగానుండెను. తరువాత ఎడిసన్, స్వాన్ కలసి లోహేతరమగు కార్బన్ ఫిలమెంట్లను తయారు చేసి విద్యుద్దీపములలో ఉపయోగించి బల్బునందలి గాలిలోని ఆక్సిజనుతో కార్బన్ ఫిలమెంటు సంయోగము చెంది మండి పోవును కనుక అట్లు జరుగకుండ, బల్బులోని గాలిని పూర్తిగా తీసివేసి గాలి శూన్యప్రదేశము చేయబడెను. అట్టి దీపములను కార్బను ఫిలమెంటు . వాయు శూన్య దీపము (Carbon-filament Vacuum lamps) లందురు.

కార్బన్ ఫిలమెంటు దీపములలో ఎక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగుటయు, క్రమముగా కార్బన్ ఫిలమెంటు పైభాగము ఆవిరిగామారి, గాజుబల్బు లోపలి గోడపై పూతగా నేర్పడు చుచే నవి. మసిబారి, కాంతి విహీనమగుటయు జరుగు

చుండెను. కనుక కార్బన్ ఫిలమెంటు వాయుశూన్య దీప ములకు బదులు యీనాడు టంగస్టన్ ఫిలమెంటు వాయు పూరిత దీపములు (Tungsten filament gas filled lamps) వాడుకలో నున్నవి.

ఎక్కువ ద్రవీభవన స్థానము (Melting point) గల లోహములలో టంగస్టన్ ప్రశస్తమైన లోహమని తెలుసు కున్న తరువాత కార్బన్ ఫిలమెంటునకుబదులు టంగస్టన్ ఫిలమెంటు నుపయోగించి విద్యుద్దీపములు నిర్మింపబడినవి. వాయుశూన్యము గావించుటకు బదులు నైట్రోజను, ఆర్గాను కలసినమందవాయువుల (Inert gases)మిశ్రమముతో బల్బులు పూరింపబడి టంగస్టన్ ఫిలమెంటు విద్యుద్దీపములు తయారు చేయబడెను. బల్బులో మందవాయువు లుండుటచే ఫిలమెంటు ఆక్సీకరణము చెందదు, చెడిపోదు. వ్యాక్యూము లేంపులకంటె వాయుపూరిత దీపములు హెచ్చుకాలము మన్నును. హెచ్చు కాంతి నిచ్చును. వీటివలన తక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగును.



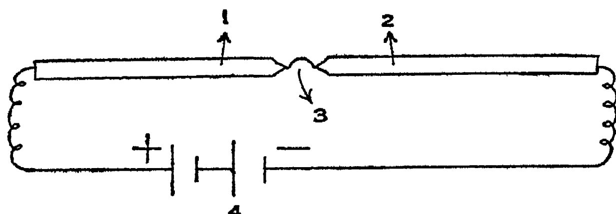
102-వ పటము
వాయుపూరిత టంగస్టన్ ఫిలమెంటు విద్యుద్దీపము

1. లోహపు బొడిపెలు (విద్యుత్తు స్పర్శ బిందువులు)
2. లోహపుకొడలు
3. ఇత్తడిటోపి
4. గాజుకడ్డీ
5. ప్లాటినైటుతీగలు
6. టంగస్టన్ ఫిలమెంటు
7. గాజుబుడ్డి
8. ఆర్గాను, నైట్రోజను మందవాయువుల మిశ్రమము

ప్రక్కపటములో వాయుపూరిత టంగ్‌స్టన్ ఫిలమెంటు విద్యుద్దీపములో భాగములు చూపబడినవి. దానిలో ఒక గాజుబుడ్డీ యుండును. ఆ గాజు బుడ్డీకొక ఇత్తడిటోపి అమర్చబడి యుండును. గాజుబుడ్డీలోపల ఒకగాజుకడ్డీయును, దానిలో ప్లాటినైటు (నికెలు, ఇనుముకలిసిన మిశ్రమలోహము) తీగలు రెండును, ఆ తీగల చివర అతుకబడి అతిసన్నని టంగ్‌స్టన్ ఫిలమెంటును అమర్చబడియుండును. ఇత్తడి టోపీపైనున్న లోహపుబొడిపెలు, విద్యుత్తు స్పర్శబిందువులు (Contact Points) గాజుబుడ్డీని ఆర్గాను, నైట్రోజను మందవాయువుల మిశ్రమములో పూరింతురు.

విద్యుద్దీపమును విద్యుద్వలయములో అమర్చుటకు విద్యుద్వలయమునం దొక ఇత్తడి సాకెట్టు ఉండును. ఆ సాకెట్టునందు ప్రక్కభాగమున రెండు గాడీలుండును. సాకెట్టులోపల రెండు చిన్నకడ్డీలుండును. విద్యుత్తు బల్బునందుగల ఇత్తడి బొడిపెలకు ప్రక్కభాగమందుగల రెండుకాడలను సాకెట్టునందలి గాడీలలో దూర్చి అమర్చుట వలన విద్యుద్దీపము విద్యుద్వలయములో వ్రేలాడుచుండును. సాకెట్టునందలి కడ్డీలు దీపముయొక్క బొడిపెలను తాకుచుండును. స్విచ్చి వేసినప్పుడు సాకెట్టునందలి కడ్డీలద్వారా బొడిపెలకును, వానినుండి ప్లాటినైటు తీగలద్వారా టంగ్‌స్టన్ ఫిలమెంటులోనికిని విద్యుత్తు ప్రవహించి టంగ్‌స్టన్ తీగ శ్వేతోష్ణముగా వేడెక్కి వెలిగి కాంతినిచ్చును. టంగ్‌స్టన్ ఫిలమెంటును కోయల్డు కోయల్ (Coiled coil) గా అమర్చినచో ఎక్కువకాంతి వచ్చును. తక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగును.

కార్బన్ ధనువు దీపము (Carbon arc lamp) సినీమా ప్రొజెక్టర్లలో కాంతివంతమైన దీపముగా కార్బన్ ఆర్కు-లేంపు ఉపయోగించుటను చూచియే ఉందురు. అందులో రెండు కర్బనపుకడ్డీలు ఎలక్ట్రోడ్లుగా నుండును. వాటిని మొదట ఒకదానితోనొకటి తాకునట్లుగాచేసి వాటిగుండా బేటరీనుండి



103-వ పటము కార్బన్ ధనువుదీపము (Carbon Arc Lamp)

1, 2. కర్బనపు కడ్డీలు, 3 కర్బనపు ఆర్కు దీపము, 4. బేటరీ.

విద్యుత్ ప్రవాహమును పంపుదురు. అవి ఎఱ్ఱబడి వెలుగును. వెంటనే వాటి కొనలను కొంచెము ఎడముగ విడదీయుదురు. అప్పుడా రెండుకొనల మధ్య ప్రదేశములో విద్యుత్తు ధనువు (Carbon arc) ఏర్పడి కండ్లకు మిరుమిట్లు గొల్పునంతటి కాంతి నిచ్చును. కర్బనపు కాడల కొనల మధ్యను కర్బనపు ఆవిరి ఏర్పడి జ్వలించి కాంతినిచ్చును. ఆ కాంతి నిలుకడగానుండదు. కనుక దానిని ఇండ్లయందు వాడుటకు వీలుపడదు. వైద్యశాలలలోను, సినీమా ప్రొజెక్టర్ల లోను కార్బన్ ఆర్కు-లేంపు ఉపయోగపడును. దానినుండి వెలువడిన అతినీలలోహిత కిరణములు (Ultra violet rays) కంటికి మంచివికావు. కాని కొన్నిరోగములను కుదుర్చుట కవి ఉపయోగపడును గనుక వైద్యశాలలయందు అతినీల

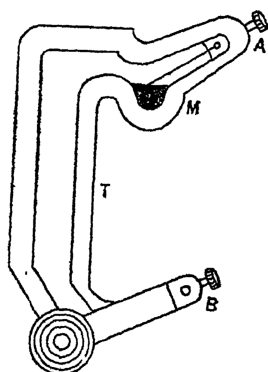
లోహితకిరణముల కొరకు కార్బన్ ఆర్కు-లేంపులను ఉపయోగింతురు.

బాష్పదీపములు (Vapour lamps)

ఒక గాజుగొట్టమును కొన్ని వాయువులతోనో, లేక కొన్ని ఆవిరులతోనో నింపి, దానిలోపల రెండు చివరల యందును విద్యుద్ద్వారములను (Electrodes) అమర్చి, వాటిద్వారా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసినగో ఆ గొట్టము నందు కాంతిపుట్టును. ఈ ఫలితమునననుసరించి బాష్పదీప ములు నిర్మింపబడుచున్నవి.

రసబాష్పదీపములు (Mercury Vapour Lamps) :- ఈ దీపములో వాయుశూన్యము గావింపబడిన ఒక గాజుగొట్ట ముండును. అదే దానిబల్బు. దాని రెండుకొనలయందును రెండు గోళములుండును. ఆ గోళములలో ఒకదానియందు పాదరసమును, రెండవదానియందు ఇనుము లేక ప్లాటినము విద్యుద్ద్వారమును ఉండును. దీపమును అమర్చినప్పుడు విద్యుద్ద్వారముగల భాగముకంటె పాదరసముగల భాగము దిగువకు ఒరిగి గొట్టము వాలియుండును. దానిని మీదకు లాగుటకు, దిగువకు వంచుటకు వీలుగా గొలుసుండును. గొట్టముయొక్క కొనలు విద్యుత్ ప్రవాహముతో కలుపబడి యుండును. వ్రేలాడుచున్న రసబాష్పదీపమును గొలుసుతో క్రిందికి లాగినపుడు గొట్టమువైపునకు కొంచెము ఒరిగి పాదరసము విద్యుద్ద్వారమువద్దకు ప్రవహించును. అప్పుడు విద్యుద్వలయము పూర్తియై గొట్టములో విద్యుత్తు ప్రవ హించును. వెంటనే గొలుసును వదలినచో పాదరసనాళము

తెగి వాటిమధ్య విద్యుచ్చాపములు (Electric Arcs) ఏర్పడును. ఆ చాపములవేడికి పాదరసము ఆవిరియై విద్యుత్ ప్రవాహమును స్థిరముగా నేర్పరచును. ఆ రసబాష్పము యొక్క కాంతియే పాదరసచాపదీపముయొక్క కాంతి. ఆకాంతి ఊదా, ఆకుపచ్చ కలసిన వర్ణముగా నుండును.



T — శూన్యప్రదేశము గావింపబడిన గాజు గొట్టము.

A, B — విద్యుత్ప్రవాహమునకు కలుప బడు అంత్యములు.

M — పాదరసము.

104-వ పటము రసబాష్పదీపము.

పాదరసపు డిశ్చార్జి దీపము

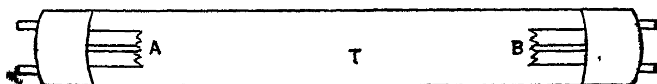
ఈ దీపమునందు రెండు గాజుగొట్టములు ఒకదానియం దొకటి అమర్చబడి వాటి రెండింటి మధ్యభాగమునుండి గాలిని తీసివేసి వాయుశూన్యము గావింపబడియుండును. లోపలున్న గట్టి గాజుగొట్టములో ఆర్గాను, పాదరసము ఉండును. గొట్టముయొక్క రెండుకొనలయందును రెండు విద్యుద్ద్వారములు అమర్చబడియుండును. రెండు గాజుగొట్టముల మధ్యను వాయుశూన్యము గావింపబడుటచే లోపలి గాజుగొట్టముయొక్క ఉష్ణోగ్రత తగ్గదు. అందువలన

ఆ గొట్టమందేర్పడిన రసబాష్పము తిరిగి ద్రవీభవించుటకు వీలుండదు. లోపలిగొట్టమందలి రెండు విద్యుద్ద్వారములను విద్యుత్తు ప్రవాహమునకు కలిపినప్పుడు గొట్టములో ఒక ద్వారమునుండి రెండవ ద్వారమునకు గొట్టమందుగల బాష్పముగుండా విద్యుత్తు ప్రవహించి కాంతినిచ్చును. తక్కువ పీడనములో బంధింపబడిన వాయువులలోను, బాష్పములలోను ఎక్కువ ఓల్టేజి విద్యుత్తు డిశ్చార్జి కలిగి ఆ దీపములు కాంతినిచ్చును. అవి ఎక్కువ కాంతివంతముగా వెలుగును. చాలకాలము మన్నును. తక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగును. చల్లని కాంతినిచ్చును.

రసబాష్పమునకు బదులు సోడియమ్ ఆవిరికూడ ఉపయోగింతురు. దానివలన నారింజ, పసుపురంగు కాంతివచ్చును.

ఫ్లోరసెంటు దీపము

ఈ దీపమునందు వాయుశూన్యము చేయబడిన పొడవైన గాజుగొట్టముయొక్క రెండుకొనలయందును రెండు టంగ్‌స్టన్ తీగచుట్టలు అమర్చబడియుండును గొట్టముయొక్క లోపలిగోడకు జింకుసల్ఫైడు స్ఫటికములవంటి ఫ్లోరసెంటు పదార్థము పూయబడియుండును. గొట్టములో కొద్దిగా పాదరసము, తక్కువ పీడనములోగల ఆర్గాను వాయువు



105–వ పటము ఫ్లోరసెంటు దీపము.

A, B = విద్యుద్ద్వారములు.

T = ఫ్లోరసెంటు పదార్థము పూయబడిన గాజుగొట్టము.

ఉండును. గొట్టమును విద్యుద్వలయమునందు అమర్చి దాని ద్వారా విద్యుత్తుప్రవాహమును పంపినచో టంగ్స్టన్ తీగ చుట్టలద్వారా విద్యుత్తు ప్రవహించి అవి బాగా వేడెక్కును. తరువాత పాదరసము ఆవిరై వెలుగును. ఆ వెలుగుకిరణము లందలి అతి నీలలోహిత కిరణములు (Ultra violet rays) కూడ, గొట్టములోపల పూయబడిన ఫ్లోరసెంటు పదార్థము వలన కంటికి కనబడు కాంతికిరణములుగా మార్పుచెందును. ఫ్లోరసెంటు దీపములనుండి వెలువడు కాంతి, ఆగొట్టము లోపల పూయబడిన ఫ్లోరసెంటు పదార్థమునుబట్టియుండును. కనుక అనేక వర్ణముల కాంతులనిచ్చు ఫ్లోరసెంటు దీపము లీనాడు తయారుచేయబడుచున్నవి.

అవి బాగుగా మన్నును. ఎక్కువ చల్లనికాంతినిచ్చును. తక్కువ విద్యుత్తు ఖర్చగును.

PHYSICAL SCIENCE

(Bhoutika Vignanamu)

Part 1 - Physics

[For Higher Secondary & Multipurpose Schools]

Form IV

By

Sri G. V. Chidambara Rao, B.A., B.Ed.,

Sri P. V. Narayana, B.Sc., B.Ed.,

Senior Science Assistants,

Maharajas Multipurpose High School, Vizianagaram.

VENKATRAMA & CO.

Vijayawada – Madras – Secunderabad

Price Rs 2-00 nP.